Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON

ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON

ERNST LAMLA

BEIRAT:

J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
H. v. FICKER · R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE
A. KUHN · M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

41. JAHRGANG **HEFT 3** (ERSTES FEBRUARHEFT) **1954**

INHALT:

Seite

AUFSÄTZE.

Zeitgeber der tierischen Tagesperiodik. Von J. Aschoff . . . 49

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Symbols for fundamental particles. Von E. Amaldi, C. D. Anderson, P. M. S. Blackett, W. B. Fretter, L. Leprince-Ringuet, B. Peters, C. F. Powell, C. D. Rochester, B. Rossi and R. W. Thompson 56

Zur elastischen Streuung von positiv und negativ geladenen μ-Mesonen an schweren Kernen. Von H. Marschall . . 56

Über ein statistisches Gerät. Von W. Fucks 57

Eine einfache Berechnung des Lamb-shifts im Wasserstoffspektrum. Von V. Thorsen 58

Zum Absorptionsspektrum der Silberhalogenide mit eingebauten Schwefel- oder Selenionen bei tiefen Temperaturen. Von G. Seifert, O. Stasiw und Ch. Volke 58

Durchlässigkeit von Silberfolien für langsame Elektronen. Von W. Berger 59

Über den Einfluß des „Quarzwindes" auf Ultraschalleistungsmessungen. Von G. Spengler 59

Über die Temperaturabhängigkeit der Verfestigung von Al-Einkristallen. Von K. Lücke und W. Staubwasser 60

Röntgenographische Untersuchungen über Biege-Eigenspannungen in Eisen. Von E. Kappler und L. Reimer . . . 60

Depolarisationseffekte in polykristallin gesintertem $BaTiO_3$. Von H. Kniekamp und W. Heywang 61

Über anomal kleine Längen von Fadenmolekülen in Lösung. Von H. G. Fendler, W. Husmann und H. A. Stuart . . 61

Trilon und Harnkonkremente. Von M. Schoog 62

Günstige Lösungsmittelkombination für zweidimensionale Papierchromatographie von Aminosäuren. Von N. Pfennig 62

Über die papierchromatographische Trennung und Bestimmung von Mutterkornalkaloiden. Von M. Pöhm und L. Fuchs . 63

Seite

Über ein chromatographisches Verfahren zur optischen Aktivierung von Razematen. Von H. Krebs und R. Rasche . 63

Polarographische Bestimmung von γ-HCH in Gegenwart von DDT. Von S. Wolf 63

Bestimmung der spezifischen Aktivität des anorganischen Phosphats im Gewebe bei Untersuchungen mit Radiophosphor. Von R. Backmann und E. Harbers 64

Reine Actinomycine. Von H. Brockmann und H. Gröne . . 65

Antibiotic principle from moringa pterygosperma. Von B. R. Das, P. A. Kurup, and P. L. Narasimha Rao 66

Über die Wirkung von Antibiotika auf freilebende Infusorien (Paramaecien). Von H. Kaunat 66

Antibiotic principles of garcinia morella. Constitution of morellin. Von P. L. Narasimha Rao, D. V. Krishna Murthy and S. C. L. Verma 66

Einfluß von 2.4-Dichlorphenoxyessigsäure auf Saccharomyces cerevisiae. Von Th. Staudenmayer 67

Über die Bildung der C_{20}- und C_{22}-Polyenfettsäuren im Tierkörper. Von E. Klenk 68

Temperaturempfindlichkeit von fortzüchtbaren Lysinen und Bakteriophagen. Von H. Raettig 68

Resistenzentwicklung maligner Tumoren gegen Röntgenstrahlen. Von W. Dittrich und G. Uhlmann 69

Zur Frage der Ursache für die Resistenz von Insekten gegenüber lipoidlöslichen Insektiziden. Von R. Langenbuch 70

Über die Wirkung der Azotobacter-Impfung auf das Wachstum von Erbsen und Weizen in sterilen Sandkulturen ohne N-Nahrung. Von A. I. Virtanen und H. Linkola 70

Experimentelle Untersuchungen über die Symbiose der Kleiderlaus *Pediculus vestimenti* Burm. Von O. Puchta 71

Über die Pigmente im Auge von *Gammarus pulex* L. (*Crust., Amphip.*). Von A. Michel und F. Anders 72

Berichtigung 72

Soeben erschien:

Prolegomena einer medizinischen Anthropologie

Ausgewählte Aufsätze. Von Professor Dr. **Viktor Emil Freiherr von Gebsattel**, Komm. Vorstand des Universitätsinstituts für Anthropologie und Erbbiologie, Würzburg. VI, 414 Seiten. 1954. Ganzleinen DM 38.80

Inhaltsübersicht: **Erster Teil: Studien zur speziellen Psychopathologie.** Zeitbezogenes Zwangsdenken in der Melancholie. — Zur Frage der Depersonalisation. — Zur Psychopathologie der Phobien. Die psychasthenische Phobie. — Die Welt des Zwangskranken. — Störungen des Werdens und des Zeiterlebens im Rahmen psychiatrischer Erkrankungen. — Über Fetischismus. — Süchtiges Verhalten im Gebiet sexueller Verirrungen. — Daseinsanalytische und anthropologische Auslegung der sexuellen Verirrungen. — Zur Psychopathologie der Sucht. — **Zweiter Teil: Beiträge zur Psychotherapie und Neurosenlehre.** Der Einzelne und der Zuschauer. — Über den personalen Faktor des Heilungsprozesses. — Was wirkt bei der Psychoanalyse therapeutisch? — Über Anwendungsbereich und Sinn der kathartischen Hypnose. — Ehe und Liebe. — Der Geschlechtsleib und Geschlechtstrieb. — Die Person und die Grenzen des tiefenpsychologischen Verfahrens. — Krisen in der Psychotherapie. — Die Sinnstruktur der ärztlichen Handlung. Anthropologie der Angst. — Aspekte des Todes.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau". Begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein*, *V. Meyer*, *B. Schwalbe*, *W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, (seit 1948) Organ der Max-Planck-Gesellschaft.

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20 %. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:
Lange, Maxwell & Springer Ltd., 242 Marylebone Road, London N. W. 1

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,
(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebenso gut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Allgemeine Psychopathologie

Von **Karl Jaspers**, Basel. Sechste, unveränderte Auflage. Mit 3 Abbildungen. XVI, 748 Seiten. 1953. Ganzleinen DM 48.—

Inhaltsübersicht: Einführung. **Die Einzeltatbestände des Seelenlebens.** Die subjektiven Erscheinungen des kranken Seelenlebens (Phänomenologie). Die objektiven Leistungen des Seelenlebens (Leistungspsychologie). Die Symptome des Seelenlebens in körperlichen Begleit- und Folgeerscheinungen (Somatopsychologie). Die sinnhaften objektiven Tatbestände. — **Die verständlichen Zusammenhänge des Seelenlebens (verstehende Psychologie).** Verständliche Zusammenhänge. Verständliche Zusammenhänge bei spezifischen Mechanismen. Stellungnahme des Kranken zur Krankheit. Das Ganze der verständlichen Zusammenhänge (Charakterologie). — **Die kausalen Zusammenhänge des Seelenlebens (erklärende Psychologie).** Wirkungen der Umwelt und des Leibes auf das Seelenleben. Vererbung. Über Sinn und Wert der Theorien. — **Die Auffassung der Gesamtheit des Seelenlebens.** Die Synthese der Krankheitsbilder (Nosologie). Die generische Artung des Menschen (Eidologie). Der Lebenslauf (Biographik). — **Die abnorme Seele in Gesellschaft und Geschichte (Soziologie und Historie der Psychosen und Psychopathien).** — **Das Ganze des Menschseins.** — Anhang. — Namen- und Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

41. Jahrgang Heft 3 (Erstes Februarheft) 1954

Zeitgeber der tierischen Tagesperiodik.

Von JÜRGEN ASCHOFF, Heidelberg.

An sämtlichen Lebewesen läßt sich im Verlauf von 24 Std ein periodisches Auf und Ab der mannigfachsten Funktionen beobachten, sei es der Wechsel zwischen Aktivität und Ruhe des ganzen Organismus oder seien es periodische Zustandsänderungen einzelner Organe oder Organsysteme wie etwa der Hautpigmentzellen von Amphibien. Jedermann sind die Schwankungen der Körpertemperatur mit ihrem abendlichen Maximum bekannt, vielen das pünktliche Aufwachen und Zur-Ruhe-Gehen der Vögel oder auch das regelmäßige Sich-öffnen und -schließen bestimmter Blüten. Alle diese Erscheinungen sind offenbar in irgendeiner Weise der Tag-Nachtfolge, d. h. den mit der Erddrehung verknüpften Vorgängen unserer Umwelt zugeordnet. Bei der experimentellen Erforschung der Kausalzusammenhänge lag es nahe, im Wechsel von Licht und Dunkel, im Gang der Lufttemperatur oder ähnlichem die eigentliche Ursache der biologischen Periodik zu sehen (exogene Auslösung der Periodik). Als man jedoch beobachtete, daß die biologische Periodik auch im künstlich konstant gehaltenen Milieu des Laboratoriums unter Umständen unverändert weiter zu laufen vermochte — der 12:12-stündige Wechsel zwischen Ruhe und Aktivitätsphasen bei Mäusen wurde im Dauerdunkel über Monate verfolgt —, schien die Annahme einer dem Organismus angeborenen Tendenz zu 24stündigem Tätigkeitswechsel notwendig (endogene Periodik). Auf Grund der inzwischen erarbeiteten Ergebnisse läßt sich im Tierreich eine (kleinere) Gruppe rein exogener tagesperiodischer Vorgänge, die im konstanten Milieu augenblicklich ihren 24stündig periodischen Charakter aufgeben, von einer anderen Gruppe unterscheiden, bei deren Vertretern exogene und endogene Komponenten zusammenwirken. Untersuchungen über die endogene Komponente, insbesondere auch über das Problem, inwieweit sie dem Organismus angeboren oder nur im Verlauf der Ontogenese erworben ist, sind erst dann erfolgreich möglich, wenn die Kräfte genau bekannt sind, die als exogene Steuerfaktoren in Frage kommen. Über diese wird im folgenden zusammenfassend berichtet.

Tagesperiodische Prozesse verlaufen in der belebten Welt deshalb mit einer im Mittel genau 24stündigen Periodendauer, weil sie in Wechselwirkung mit periodischen Vorgängen ihrer physikalisch-chemischen (oder auch ökologisch-soziologischen) Umwelt stehen und durch diese mit der Erddrehung synchronisiert werden. Auch bei der Annahme noch so starker endogener Komponenten des Gesamtvorganges (mit angeborener oder erworbener Tendenz zu Perioden von annähernd 24 Std Dauer) muß notwendig auf derartig synchronisierende Steuerfaktoren geschlossen werden; ohne deren Mitwirkung wäre die Übereinstimmung aller beobachtbaren Vorgänge hinsichtlich Frequenz und (mit Einschränkung) Phasenlage so gut wie unmöglich. Es müßten vielmehr, wären diese mit der Erddrehung gekoppelten Einflüsse geringfügig, auf Grund statistischer Streuung der Periodenlängen um einen Mittelwert alle denkbaren Phasenverschiebungen und deren fortlaufende Änderung gegenüber der Ortszeit zu beobachten sein.

Unter welchen Umständen und für welche Objekte periodische Umweltgrößen synchronisierend wirken können, ist nicht ohne weiteres vorauszusagen. Es empfiehlt sich deshalb, zur Bezeichnung dieser Faktoren einen neutralen Begriff zu wählen. Hierzu bietet sich neben Taktgeber (aus der Technik, mehr für kürzere Zeitabschnitte) der *Zeitgeber* an. Zeitgeber für tagesperiodische biologische Prozesse können alle Vorgänge sein, die für den betreffenden Organismus reizwirksam sind. Es kann sich ebensogut um diskontinuierliche (z. B. ein Tonsignal alle 24 Std) wie um kontinuierliche periodische Vorgänge handeln (z. B. täglicher Temperaturgang) bzw. um den regelmäßig wiederkehrenden Übergang eines Zustandes in den andern (Hell-Dunkelwechsel). Dabei mag es im Hinblick auf die folgenden Erörterungen offen bleiben, ob der „Zustand" (Licht) oder der Zustandswechsel (Übergang von Licht zu Dunkel) das Entscheidende für die Wirksamkeit des Zeitgebers ist.

Der Nachweis, daß eine Umweltgröße als Zeitgeber wirkt, scheint auf drei Wegen möglich. 1. Schaltet man den Zeitgeber aus, so muß die biologische Periodik, sofern sie bestehen bleibt, nach einiger Zeit von der genau 24stündigen Periodendauer abzuweichen beginnen. Zumindest ist bei gleichzeitiger Beobachtung mehrerer Individuen ganz unwahrscheinlich, daß alle dieselbe Präzision der Erddrehung haben sollten. 2. Umkehr des Vorzeichens bei kontinuierlich periodischen Zeitgebern oder bei regelmäßigen Zustandswechseln (z. B. Austausch der Hell- und Dunkelphase beim Belichtungswechsel) muß zu einer Inversion der biologischen Periodik führen; auch müssen andere Phasenverschiebungen gegen die Ortszeit (ohne dauernde Frequenzänderung) durch entsprechende zeitliche Verlagerungen der Zeitgeber erreichbar sein. 3. Je nach Wirksamkeit des Zeitgebers sind Frequenzänderungen der biologischen Periodik bei Erhöhung oder Erniedrigung der Zeitgeberfrequenz zu erwarten. Im folgenden werden die drei genannten Nachweiswege an Beispielen erläutert, sodann die hauptsächlichen, bisher untersuchten Zeitgeber besprochen und schließlich die Möglichkeit des Wettstreites mehrerer Zeitgeber erörtert.

I. Zeitgebernachweise.

1. Die Fülle tagesperiodischer meteorologischer Größen — DE RUDDER 1948 zählt rund 25 auf — macht es schwer, ohne größeren Aufwand ein wirklich konstantes Milieu zu schaffen. Man darf jedoch annehmen, daß je nach Tierart nur immer ein Teil dieser Größen wirklich als Zeitgeber in Betracht kommt. So genügt offenbar für eine Reihe von Lebewesen, darunter Nager und Vögel, die Ausschaltung von regelmäßigen Belichtungs-, Temperatur- und Geräuschschwankungen, um eine von der Erddrehung abweichende Frequenz ihrer lokomotorischen Aktivitätsperiodik nachzuweisen (ASCHOFF 1951a, 1952b). Nachuntersucher haben diesen Befund an Käfern nicht bestätigen können (HEMPEL und BREHM 1952). Ihre Veröffentlichung enthält jedoch keine Angaben über die erreichte Temperatur- und Feuchtigkeitskonstanz bei den im Dauerlicht oder Dauerdunkel ausgeführten Versuchen; beide Größen kommen als Zeitgeber für Insekten in Betracht. Daß auch bei Kaltblütern (Eidechse) Frequenzänderungen unter konstanten Umweltbedingungen beobachtet wurden, ist andernorts ausgeführt (ASCHOFF 1953). Für Insekten sind allerdings kaum Belege zu finden. Das mag teils daran

liegen, daß die Periodik gewisser Insekten im konstanten Milieu schnell abklingt, teils daran, daß gerade Feuchtigkeitsschwankungen nicht vermieden wurden. Immerhin lassen zwei Abbildungen aus der Arbeit von GUNN 1940 über die Aktivitätsperiodik der Schabe angedeutete Frequenzänderungen im Dauerlicht und Dauerdunkel vermuten (s. auch CLOUDSLEY-THOMPSON 1951, Fig. 2). Deutlich sind die Frequenzänderungen bei der Aktivität der Seefeder Cavernularia. MORI 1947 beobachtete ihre Streckperiodik im Dauerdunkel mit Unterbrechungen über 108 Tage. Nach seinen Angaben schwankten bei vier Individuen die Periodenlängen zwischen 12 und 39 Std; seine Abbildungen legen jedoch die Vermutung nahe, daß im Mittel eine Periodendauer von weniger als 24 Std resultierte, wie für nachtaktive Tiere zu erwarten (ASCHOFF 1952a), (inzwischen brieflich bestätigt).

2. Durch Austausch der Licht und Dunkelphase eines normalen 12:12stündigen Belichtungswechsels wurde in fast allen Fällen eine Umkehr der biologischen Periodik erzielt. Derartige Inversionen gelangen bei folgenden tagesperiodischen Funktionen: Lokomotorische Aktivität (Nager, Vögel, Insekten, Eidechsen, Crustaceen), Östrusbeginn und Paarung (Maus, Ratte), Eiablage (Insekten, Haushuhn), Temperaturkurve (Affe, Wildvögel, Huhn), Mitosenzahlen des Hodens (Sperling), Chromatophoren der Haut (Crustaceen, Stabheuschrecke), Fortpflanzungszyklus von Parasiten (Vogelmalaria, Isosporainfektion), und Streckung der Seefeder Cavernularia. Üblicherweise ist die Inversion nach drei, spätestens nach sechs Tagen umgekehrter Belichtungsverhältnisse vollständig. Bis zur vollständigen Inversion verstreicht desto mehr Zeit, je kleiner die Intensitätsamplitude zwischen Licht- und Dunkelphase ist. (Versuche von MORI an der Seefeder 1949). Nur in wenigen Experimenten blieb die biologische Periodik unverändert (z. B. Aktivität der Kröte, HIGGINBOTHAM 1939). Man darf annehmen, daß in diesen Fällen nicht berücksichtigte weitere Zeitgeber, die für das Tier von ähnlicher oder größerer Bedeutung waren wie der Belichtungswechsel, die alte Periodik beibehalten hatten. Ähnliches gilt vielleicht für eine Reihe von Beobachtungen, in denen anschließend an eine Inversion im folgenden Dauerdunkel die biologische Periodik mehr oder minder plötzlich in die alte Periodik zurückschlug.

Die an Warmblütern erhobenen Befunde sprechen dafür, daß eine aufgezwungene inverse Periodik im nachfolgenden Dauerdunkel bestehen bleibt (Versuche an Peromyscus, JOHNSON 1926, an Ratten, BROWMAN 1937 und CALHOUN 1945, und an der Singdrossel, WAGNER 1930). Allerdings zeigen die von SIMPSON und GALBRAITH 1908 an Affen bestimmten Kurven der Körpertemperatur in einer auf Inversion folgenden Zeitspanne dauernder Dunkelheit die Tendenz, zur vorherigen Periodik zurückzukehren. Ähnliches scheint an einigen anderen Tieren beobachtet zu sein (am Kartoffelkäfer, HEMPEL und BREHM 1952, fraglich bei der Grille, LUTZ 1932, und bei Crustaceen-Chromatophoren, MENKE 1911). Der mögliche Einfluß eines zweiten wirksamen Zeitgebers ist hier immer zu berücksichtigen. So haben BENTHLEY und Mitarbeiter 1942 die im Dauerdunkel erfolgende Rückkehr einer vorher aufgezwungenen inversen Aktivitätsperiodik bei der Heuschrecke (LUTZ 1932) mit einer vom Experimentator nicht berücksichtigten Temperaturamplitude von 2° C erklärt. Andererseits ist nicht auszuschließen, daß die normale biologische Periodik unter einer inversen aufgezwungenen weiterläuft und sich nach Fortfall der Zeitgeberumkehr wieder durchsetzt. Derartige Superpositionen einer aufgezwungenen auf die „endogene" Periodik sind besonders bei Frequenzänderungen der Zeitgeber zu beobachten (s. unten).

Die Inversion gelingt offenbar deswegen so leicht, weil die Frequenz unverändert bleibt. Es liegt nahe, beliebig andere Phasenverschiebungen gegen die Ortszeit durch entsprechende Verschiebungen des Zeitgebers zu erzwingen. Einige wenige Versuche in dieser Richtung wurden veröffentlicht. Schon SIMPSON und GALBRAITH 1908 gelang es, durch Verschiebung der Licht- und Dunkelphasen eines 12:12stündigen Belichtungswechsels die Minima und Maxima der Temperaturkurven von Affen auf beliebige Tageszeiten zu verlegen. GUNN 1940 beobachtete das Aktivitätsmaximum der Schabe jeweils in der Dunkelphase, gleich, ob diese zwischen 18 und 6, 11 und 23 oder 4 und 16 Uhr lag. Ähnlich lauten die Befunde von NIELSEN 1937/40 an der Laubheuschrecke. In all diesen Versuchen blieb die Periodendauer 24stündig. Die Ergebnisse sprechen klar für die Wirksamkeit der jeweils untersuchten Zeitgeber.

3. Stellt man den Zeitgeber auf Frequenzen von mehr oder weniger als 1/die ein (z. B. 10:10 oder 14:14stündiger Licht-Dunkelwechsel), so wird die biologische Periodik desto leichter der Zeitgeberfrequenz folgen, je ausschließlicher sie exogener Natur ist. Neigt der Organismus von sich aus zu einer Periodik von 24 Std Periodendauer, so wird es auf die Stärke des Zeitgebers ankommen, wie weit er die biologische Frequenz zu modulieren vermag. Rund 25 Untersuchungen zu dieser Frage wurden veröffentlicht. Teilweise erfolgreich waren die Bemühungen eines Drittels der Untersucher, die den 24-Std-Tag des Zeitgebers in einen zweimal 12-Std-Tag abwandelten (zweimaliger Licht-Dunkelwechsel in 24 Std). (Aktivität der Ratte, BROWMAN 1944, Gesang der Heuschrecke, NIELSEN 1937 bis 1940; Chromatophoren der Haut bei Idotea, MENKE 1911, und bei Uca, BROWN-WEBB 1949 u. a. m.) Allerdings blieb in diesen Versuchen vielfach der vierte Takt der biologischen Periodik betonter als der zweite, oder es kam nach kurzfristiger Anpassung an den 12-Std-Tag zum vollständigen Rückfall in die 24stündige Periodik (BOUGHTON 1933, BROWMAN 1944). Dabei ist zu berücksichtigen, daß einige Tierarten schon deshalb einem 12-Std-Tag leicht angepaßt erscheinen, weil viele biologische tagesperiodische Prozesse ohnedies zwei, wenn auch unterschiedlich ausgeprägte Maxima in 24 Std besitzen (ASCHOFF 1952a). Weit aufschlußreicher sind die Bemühungen, dem Organismus eine von 24 und 12 Std abweichende Periodendauer — etwa einen 20-Std-Tag — aufzuzwingen. HEMPEL und BREHM 1952 konnten durch einen Licht-Dunkelwechsel von 16 zu 16 Std keine entsprechende Aktivitätsperiodik bei Käfern erreichen. Auch WEBB 1950 gelang nach demselben Verfahren an Uca pugnax nur eine Akzentuierung der Chromatophorenperiodik in gewissen Zeitabständen — die normale 24-Std-Periodik blieb unter der aufgezwungenen erkennbar. Versuche mit sehr kurzer Periodendauer — etwa 8:8stündiger Licht-Dunkelwechsel — waren so gut wie erfolglos. (Aktivität bei Ratten, HEMMINGSON-KRARUP 1937, und bei der Stabheuschrecke,

KALMUS 1938.) Die Angaben von BROWMAN 1952, daß Ratten, die in Dauerlicht aufgezogen wurden, sich leicht an einen 16-Std-Tag anpaßten, sind nicht unbedingt stichhaltig, da er die Aktivitätswerte der Tiere in Lauftrommeln über je 8 Std summiert hat; die in seiner Abbildung sichtbaren Amplitudenschwankungen lassen eine überdeckte, langsamere Frequenz vermuten. Andererseits konnte BOYD 1929 in Versuchen über die asexuelle Fortpflanzungsperiodik von Cathemerium Plasmodium wahrscheinlich machen, daß sich bei ausreichend langer Durchführung eines 14:14stündigen Licht-Dunkelwechsels eine echte 28-Std-Periodik der Temperaturkurve beim Kanarienvogel entwickelt. Neuere Experimente haben diese relative Modulierbarkeit der Frequenz tagesperiodischer Prozesse am Tier bestätigt (TRIBUKAIT 1953). Die normale, 24stündige Aktivitätsperiodik von Mäusen kann durch entsprechende Änderungen des Belichtungswechsels (im sonst konstanten Milieu) ohne Schwierigkeiten in eine 23- oder 25stündige verwandelt werden. Weicht man allerdings mit der Zeitgeberfrequenz plötzlich noch stärker vom 24-Std-Tag ab, so macht sich die Maus vom Zeitgeber unabhängig. Nur bei schrittweisen, in größeren Zeitabständen erfolgenden Veränderungen der Zeitgeberfrequenz — Verlängerungen oder Verkürzungen des Tages um jeweils etwa 30 min in Abständen von 8 Tagen — können die Tiere teilweise auch an eine 22- bzw. 26-Std-Periodik angepaßt werden. Damit scheint für Mäuse eine Grenze der Frequenzmodulierbarkeit durch Zeitgeber gesetzt zu sein. Wie weit darüber hinaus eine unvollkommene Anpassung an den Zeitgeber in Form eines „Nachhinkens" oder „Vorauseilens" der biologischen Periodik möglich ist — ähnlich den bei tagesperiodischen Blattbewegungen erhobenen Befunden —, bedarf noch der Klärung. Abbildungen, die auf derartige Verhältnisse schließen lassen, haben BOYD 1929 (Versuche mit Plasmodium relictum am Kanarienvogel) sowie BOUGHTON und Mitarbeiter 1935 (Isosporainfektion am Sperling) wiedergegeben.

Selbst einfachere Wasserorganismen lassen sich nicht beliebig weit von der 24-Std-Periodik entfernen. MORI 1949a und 1950a konnte der Seefeder durch entsprechenden Belichtungswechsel eine 15:15stündige Streckperiodik noch leicht aufzwingen, während bei 18:18 Std Anzeichen eines „Vorauseilens" der biologischen Periodik vor den Zeitgeber zu erkennen waren.

II. Zeitgeberarten.

1. *Meteorologische Zeitgeber.* Die als Beispiele für Zeitgebernachweis oben angeführten Versuche beschränken sich auf Untersuchungen im modifizierten *Licht-Dunkelwechsel.* Dieser wichtigste Zeitgeber ist zugleich der am längsten bekannte. In den wenigsten Fällen ist dabei geklärt, ob bestimmten Lichtintensitäten oder Intensitätswechseln (MORI 1946) die entscheidende Zeitgebereigenschaft zukommt. Genauer bestimmt ist bei Vögeln die Zuordnung ihres Erwachens zur Sonnenaufgangszeit (mehr als 25 ausführliche Arbeiten) oder ihres Zurruhegehens zum Sonnenuntergang (bei der Amsel, HEYDER 1933 bis 1935, und beim Mauersegler, v. HAARTMAN 1949). Hier zeigt sich ähnlich wie in den Versuchen mit Frequenzänderung eine gewisse Modulierbarkeit der biologischen Tagesperiodik; bei unveränderter Gesamtperiodendauer wächst im Verlauf des Jahres die Tagphase auf Kosten der Nachtphase und umgekehrt. Jedoch sind auch diesen jahreszeitlichen Verschiebungen vom Tier her Grenzen gesetzt. Deutlicher noch wird das, wenn man versucht, durch künstliche Verkürzung oder Verlängerung der Lichtphase (bei unveränderter 24-Std-Periodik) das Tier zu einem abnormen Wechsel zwischen Ruhe und Aktivität zu zwingen; an einen Wechsel von 15 Std Licht und 9 Std Dunkelheit paßt sich die Seefeder noch an, jedoch nicht mehr an 18 Std Licht zu 6 Std Dunkelheit (MORI 1949, 1950). Die Rolle der Augen als Vermittler für den Zeitgeber „Licht" wurde verschiedentlich nachgeprüft. STAUBER 1939 hielt Kanarienvögel im Dauerlicht, zog ihnen jedoch für jeweils 12 Std täglich schwarze Kappen über die Köpfe; die normale Tätigkeitsperiodik der Tiere blieb dadurch erhalten und mit ihr der Fortpflanzungszyklus des Parasiten Plasmodium cathemericum, den STAUBER als Test benützte[1]). Die bei Ratten durch Umkehr des Licht-Dunkelwechsels leicht erreichbare Inversion bleibt aus, wenn den Tieren die Augen operativ entfernt werden (HUNT und SCHLOSSBERG 1939).

Blinde Tiere folgen an Stelle des Belichtungswechsels leicht anderen Zeitgebern, z. B. regelmäßigen *Temperaturschwankungen.* Bei augenlosen Ratten fällt das Maximum ihrer lokomotorischen Aktivität (gemessen in Lauftrommeln) jeweils in die Kaltphase (BROWMAN 1943, CALHOUN 1945). Auch der Östrusbeginn, normalerweise durch die Dunkelphase ausgelöst, liegt bei solchen Tieren am Ende der Kaltphase. Eine derartige, temperaturgesteuerte Periodik kann auch an sehenden Tieren erreicht werden, wenn man sie im Dauerlicht oder Dauerdunkel hält: im Dauerlicht ist die Gesamtaktivität herabgesetzt, im Dauerdunkel gesteigert, unter beiden Bedingungen bleibt sie jedoch periodisch, wenn die Temperaturamplitude ausreichend groß ist; wird normaler Licht-Dunkelwechsel eingeschaltet, richten sich sehende Tiere wieder ausschließlich nach diesem, unabhängig von den gleichzeitig gebotenen Temperaturschwankungen. Bedeutsamer als für Säuger ist, wie zu erwarten, die Temperatur als Zeitgeber für Insekten und Kaltblüter. Schon PAULI 1926 hat die Chromatophorenperiodik bei Salamanderlarven mit Temperaturwechseln steuern können. In neuerer Zeit haben BENTHLEY und Mitarbeiter 1942 die Aktivitätsperiodik des australischen Diebkäfers im Dauerlicht mittels Temperaturschwankungen zwischen 23° und 17° fortgesetzt; die Maxima der Aktivität lagen zur Zeit fallender und tiefer Temperaturen. Dominierend auch gegenüber Belichtungswechsel scheinen Temperaturturschwankungen für gewisse Insekten mit überwiegend oder ausschließlich exogener Periodik zu sein, so für Ameisen, deren Aktivität streng an ihre Vorzugstemperatur gebunden ist (REICHLE 1943, TALBOT 1946).

Andere meteorologische (physikalisch-chemische) Umweltgrößen sind im Hinblick auf ihre Zeitgebereigenschaft für die 24-Std-Periodik kaum untersucht, mit Ausnahme einiger Anmerkungen über die *Luftfeuchte.* SZYMANSKI 1918 erörtert ihre Bedeutung für die Schneckenaktivität, und es ist zu erwarten, daß

[1]) Die Fortpflanzung verschiedener Parasitenarten der Vogelmalaria verläuft tagesperiodisch; zu stets gleichen Tageszeiten, meist abends oder morgens und offenbar im Zusammenhang mit dem Gang der Körpertemperatur, wird das Blut des Wirtstieres mit den Teilungsfiguren der Parasitenzellen (Schizonten) überschwemmt.

weitere Beispiele gefunden werden können. BENTHLEY und Mitarbeiter 1942 lehnen sie als Steuerfaktor für Ptinus tectus ausdrücklich ab.

2. *Ökologisch-soziologische Zeitgeber.* Zahlreiche tierökologische Untersuchungen, speziell im Verfolg der Zusammenhänge zwischen *Jäger und Beute*, haben auch tagesperiodisch wichtige Ergebnisse gezeitigt. Für die Entwicklung ganzer nachtaktiver und tagaktiver Faunen sowie für die Aufeinanderfolge von Hauptaktivitätszeiten verschiedener Tierarten spielen gerade diese Abhängigkeiten fraglos eine große Rolle. (Hierzu besonders PARK und Mitarbeiter 1931, 1940, PARK 1941a, 1941b.) Als klassisches Beispiel einer rein beuteabhängigen Tagesperiodik sei das abendliche Springen von Lachsen genannt, das sich nach dem Aktivitätsmaximum der gejagten Teichinsekten richtet (PHILLIPS 1937). Sehr stark kann der Einfluß des Geschlechtspartners sein. HEMMINGSEN 1932 beobachtete an männlichen Ratten in der Lauftrommel eine 4-Tage-Periodik der Aktivität; sie war induziert durch daneben untergebrachte Weibchen, bei denen die Aktivität im Oestrus alle 4 Tage ein Maximum erreicht. (Dasselbe bei DURRANT 1935 und SLONACKER 1935.) Bei derartigen Steuerungen mag Duft- oder Geräuschperiodik der Umwelt als Zeitgeber beteiligt sein. Im Hinblick auf experimentelle Bearbeitungen des Problems der 24-Std-Periodik sind solche Zeitgeber wichtig, die an die Tierhaltung im Laboratorium geknüpft sind.

Geräuschsignale oder Intensitätsschwankungen von Dauergeräuschen müssen für alle akustisch orientierten Tiere als Zeitgeber in Betracht gezogen werden. Die Vernachlässigung dieses Faktors ist möglichenfalls eine der Ursachen dafür, daß häufig über eine genau ortszeitgebundene Periodik im konstanten Milieu (Dauerdunkel) berichtet wurde (s. hierzu bei ASCHOFF 1952a). Nur SHIRLEY 1928 hat ausdrücklich auf die Bedeutung der nächtlichen Geräuschminderung für die Aktivitätsperiodik von Ratten verwiesen. Wie wichtig diese Frage werden kann, ergibt sich unter anderem aus Erörterungen über die Legeperiodik von Hühnern. WARREN und SCOTT 1936 sowie MCNALLY 1946 hielten Hühner im Dauerlicht und stellten nach einiger Zeit eine gleichmäßige Verteilung aller gelegten Eier auf die 24 Std des Tages fest (unter natürlichen Bedingungen werden Eier nur am Tage gelegt). FRAPS, NEHER und ROTHSCHILD 1947 fanden dagegen noch nach 4 Wochen Dauerlicht die Eiablage auf die Zeit von 6 bis 18 Uhr beschränkt; die Autoren schließen daraus auf stark fixierte „basic physiological rhythms", obwohl sie betonen, daß die Laboratoriums-Geräuschperiodik nicht ausgeschlossen werden konnte.

Zahlreiche Untersuchungen bestätigen — teils als Nebenbefund, teils direkt darauf angelegt, — den entscheidenden Einfluß einmaliger täglicher *Fütterungen* auf die Tagesperiodik. Allerdings wurden viele dieser Versuche bei gleichzeitigem natürlichem oder künstlichem Licht-Dunkelwechsel durchgeführt, so daß ein Wettstreit beider Zeitgeber resultierte (s. weiter unten). Unter diesen Umständen ist, wenigstens bei reichlichem Futterangebot, immer der Belichtungswechsel der maßgebliche Zeitgeber. Erst bei verschärftem „Futterreiz" (wenig Futter kurzfristig angeboten) tritt der Fütterungstermin an Stelle des Belichtungswechsels als Zeitgeber in Erscheinung. In den Versuchen von ACHELIS und NOTHDURFT 1939 an Mäusen im natürlichen Licht-Dunkelwechsel wurde zwischen 11 und 12 Uhr gefüttert; mit 4 g Futter/die lag das Aktivitätsmaximum unverändert zwischen 18 und 22 Uhr, mit 2,5 g jedoch am Vormittag. Noch klarer werden die Verhältnisse, wenn alle Zeitgeber außer dem untersuchten ausgeschlossen sind. Recht schön zeigten dies (wie vorher schon MCNALLY 1946) FRAPS und Mitarbeiter 1947 an der Legeperiodik von Hühnern im Dauerlicht: boten sie Futter von 6 bis 20 Uhr, so wurden 95% aller Eier in der Futterzeit gelegt; nach Verschiebung der Futterzeit auf 20 bis 4 Uhr fielen nach 19 Tagen 88% der Eier auf diese Zeitspanne (einfache Inversion); die Rückinversion (Futter von 8 bis 16 Uhr, immer noch Dauerlicht) war am 15. Tag zu 90% vollständig. Nicht ganz so eindeutig waren die Ergebnisse von BOYD 1933 und von STAUBER 1939. Sie versuchten, den Fortpflanzungszyklus von Plasmodium cathemerium im Kanarienvogel durch entsprechende Futtertermine zu beeinflussen; möglichenfalls kam es hierbei zu Interferenzen zwischen der frequenzerhöhenden Wirkung von Dauerlicht (ASCHOFF 1952b) und dem Futterreiz. — Eine größere Zahl von Veröffentlichungen betrifft die Fortsetzung der normalen Periodik im Dauerlicht durch einmalige tägliche Futtergaben (RICHTER 1922/23, SLONAKER 1925, SHIRLEY 1928). Neuerdings hat MEYER-LOHMANN 1953 die Aktivität der Maus unter konstanten Umgebungsbedingungen (Dauerdunkel) bei wechselnden Futterterminen untersucht. Das Aktivitätsmaximum richtet sich bei einmaliger täglicher Futtergabe meist nach dem Futtertermin, gleich, auf welche Tageszeit er fällt. Entscheidend ist wieder die Intensität des Futterreizes: wird reichlich Futter gegeben und im Käfig belassen, so richten sich nur einige Tiere und nur zeitweise nach dem Futtertermin, häufiger machen sie sich vom Zeitgeber unabhängig und folgen ihrer für Dauerdunkel charakteristischen höheren Eigenfrequenz; bietet man nur wenig Futter kurzfristig an, so kann man das Aktivitätsmaximum auf die verschiedensten Tageszeiten legen (beliebige Phasenverschiebung bei unveränderter Frequenz).

III. Wirksamkeit der Zeitgeber.

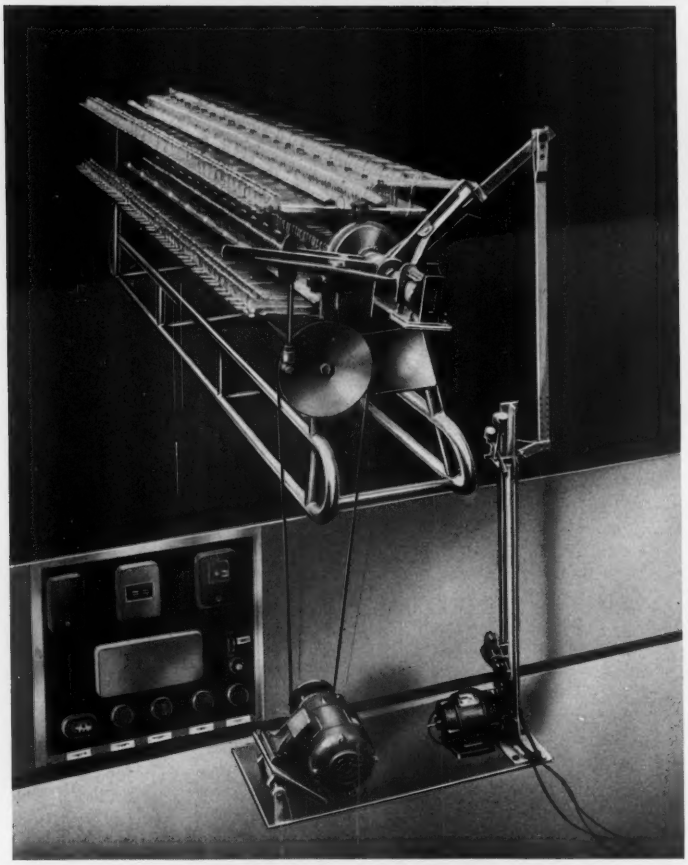
1. *Wettstreit mehrerer Zeitgeber.* Nach dem oben Ausgeführten leuchtet ein, daß man unter natürlichen oder wenig veränderten Bedingungen immer mit mehreren, gleichzeitig tätigen Zeitgebern in der Umwelt des Tieres zu rechnen hat. Davon wird in der Regel einer maßgeblich die Periodik des Tieres bestimmen. Solange man diesen bestimmenden Zeitgeber nicht ausschaltet, ist nicht zu erwarten, daß man die Wirksamkeit eines anderen Zeitgebers nachweisen kann, es sei denn, der gesuchte wird auf Grund besonderer Umstände stärker als der bisherige. Es ist z. B. keineswegs überraschend, daß STEIN 1951 vergeblich versuchte, Singvögel durch entsprechende Futtertermine zu einer 26-Std-Periodik zu zwingen, da ihre Versuche bei 12:12stündigem Licht-Dunkelwechsel durchgeführt wurden. Licht-Dunkelwechsel ist eben für diese Tiere der stärkere Zeitgeber, wie offenbar auch für tagaktive Käfer, bei denen HEMPEL und BREHM 1952 durch Fütterung in der Dunkelphase keine Inversion der Periodik erreichen konnten. Dasselbe gilt für die (stark exogene) Tagaktivität von

Vollautomatische 200stufige Apparaturen

für die Verteilung

zwischen zwei flüssigen Phasen nach dem CRAIG-Verfahren („Gegenstromverteilung")

nach Plänen von F. A. v. METZSCH, organisch-chemisches Institut der Universität Göttingen



stellt sehr preisgünstig in eigenen Werkstätten her:

HERMANN KÜHN / Göttingen

Die Reinigung und Abtrennung von Substanzen durch

Verteilung zwischen zwei flüssigen Phasen

ist nicht nur ein vorteilhaftes Verfahren in der industriellen Produktion, sondern bietet in seiner verfeinerten und bestens erprobten Technik auch dem Labor-Chemiker ganz neue analytische und besonders auch präparative Möglichkeiten. Beachten Sie die 400 Beispiele von Stofftrennungen durch Verteilung und die Lösungsmittel-Hinweise, die F. A. v. METZSCH im ersten Dezemberheft 1953 der „Angewandten Chemie" S. 586 gibt.

Vorzüge der Methode:

1.) Auftrennung von Substanzen unter Bedingungen, die in ihrer Milde von keinem anderen Verfahren übertroffen werden.
2.) Reinigung und verlustlose Reinheitsprüfung unter einem Gesichtspunkt, der von herkömmlichen Verfahren ganz verschieden ist.
3.) Im Gegensatz zu chromatographischen Methoden Übertragbarkeit auf den technischen Maßstab.

Vorzüge unserer Apparaturen:

Vollautomatik ermöglicht Anwendung hoher Stufenzahlen ohne besonderen Arbeitsaufwand. Die Automatik ist betriebssicher und kann über Nacht oder übers Wochenende laufen.

Große Stufenzahl gestattet auch Trennungen in unspezifischen Lösungsmittelpaaren und erlaubt ohne wesentliche Beeinträchtigung des Trenneffektes bis zu 20 Ausgangsröhren mit Substanz zu beschicken. Dadurch können auch schwerlösliche Naturstoffe durch Verteilung präparativ isoliert werden.

Kreislaufanordnung ermöglicht Trennungen über mehrere 1000 Stufen ohne Unterbrechungen oder Umfüllungen zu führen.

Völlige Dichtigkeit durch Verbindung aller Aggregate mittels Kugelschliffen verhindert Verdunstung niedrigsiedender Lösungsmittel und erlaubt ggf. unter einem Schutzgas zu arbeiten.

Hähne erleichtern die Probenahme; die Reinigung und Auswechselung einzelner Aggregate ist sehr einfach.

Das Volumen der einzelnen Stufen von 25 ccm für die untere Phase ist ebenso geeignet für analytisches wie für präparatives Arbeiten. Bei nicht assoziierenden Stoffen wie z. B. o- und p-Nitrochlorbenzol können Mengen bis zu 50 g in einem Arbeitsgang präparativ getrennt werden.

Auf Wunsch können Volumen und Stufenzahl variiert werden.

Wir liefern auch Zubehör: Fraktionssammler (synchron geschaltet mit Gesamtautomatik), Spezial-Aufsteck-Kolorimeter und V2A-Pipette zur Probenahme.

Einzelheiten über die Apparatur können Sie aus dem Aufsatz in „Chem. Ing. Techn." **25**, 66 (1953) ersehen. Fordern Sie unser Angebot an!

Glastechnische Werkstätten
HERMANN KÜHN / Göttingen / Hospitalstraße 4c

Polypen, deren Tentakelperiodik durch ausschließlich nächtliche Fütterung nicht gestört wird (MORI 1943). Umgekehrt fällt das Aktivitätsmaximum von Ratten auch dann in die Dunkelphase, wenn Futter nur zu Beginn der Hellphase gereicht wird; nur bei jungen Tieren scheint unter diesen Umständen zuweilen der Futterreiz zu überwiegen, so daß die Aktivitätsperiodik unter Loslösung vom Zeitgeber „Licht-Dunkelwechsel" mit ihrem Maximum in die Hellphase rückt (RICHTER 1922/23). In dasselbe Gebiet gehören die oben erwähnten Versuche an Ratten, die auch bei Abkühlung am Tage und Erwärmung in der Nacht ihr nächtliches Aktivitätsmaximum beibehalten, nach Entfernung der Augen jedoch dem Temperaturwechsel folgen, mit Aktivitätsmaximum in der Kaltphase.

Der Übergang vom Zeitgeber „Belichtungswechsel" zum Zeitgeber „Futterzeit" wurde besonders schön von STAUBER 1939 demonstriert. In Versuchen mit dem Vogelparasiten Plasmodium cathemerium steuerte er die Periodik des Wirts (Kanarienvogel) durch Wechsel der Belichtungsintensität (12 Std starkes und 12 Std schwaches Licht). Der Fortpflanzungszyklus des Parasiten ist an die Temperaturkurve des Wirtstieres gebunden, deren Anstieg gemäß der Aktivität des Vogels normalerweise in die hellere Phase fällt. STAUBER versuchte, durch Fütterungen zur Zeit schwacher Lichtintensität die lichtabhängige Periodik umzukehren. Mit 1130 oder 440 Lux in der Hellphase gegen 16 bzw. 48 Lux in der Dämmerungsphase richtete sich der Fortpflanzungszyklus des Parasiten ausschließlich nach der helleren Phase, obwohl die Vögel nur während der dunkleren Phase gefüttert wurden. Erst als die Amplitude des Belichtungswechsels auf 210:75 Lux heruntergedrückt war, setzte sich die Fütterung als Zeitgeber für die Vogelaktivität und damit auch für den Parasiten durch: folgte bislang das Maximum der Schizontenzahlen im Blut stets auf das Ende der helleren Phase, rückte es nun an das Ende der Fütterungszeit. Die Amplitude des Belichtungswechsels muß also recht klein werden, ehe sich eine andere Größe als Zeitgeber gegen ihn durchsetzen kann. In den üblichen Versuchen zur Tagesperiodik mit Belichtungswechsel ist die Amplitude der Lichtintensitäten sehr groß. Aus diesem Grunde sind im allgemeinen Versuche, eine Inversion der Periodik durch Umkehr des Belichtungswechsels herbeizuführen, auch dann erfolgreich, wenn andere Zeitgeber (z. B. Geräusche) die alte Periodik beibehalten (Beispiel bei HUNT und SCHLOSSBERG 1939). — Zu den Beispielen für Ablösung eines Zeitgebers durch einen anderen gehören vermutlich auch Änderung der Vogelaktivität im arktischen Sommer; PALMGREN 1935 schreibt, daß an Stelle der fehlenden nächtlichen Dunkelheit die nachmittägliche Schwüle als Auslöser einer Inaktivitätsphase die „physiologische Uhr korrigieren könne". (Siehe jedoch die Kritik bei KARPLUS 1952.)

2. *Wechselnde Wirksamkeit aus äußerer und innerer Ursache.* Beim Wettstreit mehrerer Zeitgeber ist die Entscheidung, welchem von ihnen der Organismus folgt, ebensosehr von der *Intensität des Zeitgebers* wie von der *Empfänglichkeit des Tieres* für die verschiedenen Reizarten abhängig. *Diese Reizempfänglichkeit gegenüber einem Zeitgeber unterliegt natürlich gewissen Schwankungen,* sei es im Verfolg artgebundener Zustandsänderungen des Tieres — Wachstum und Altern; physiologische Änderungen im Verlauf des Jahres —, sei es auf Grund bestimmter Umweltfaktoren, die die Reaktionsfähigkeit des Tieres beeinflussen. Man kann schon aus diesem Grunde keine strenge Zuordnung einer biologischen Periodik zu bestimmten Zeitgebern erwarten und wird immer gewisse individuelle Variationsbreiten (abgesehen von der interindividuellen) in Rechnung setzen müssen. Besonders an Insekten und Kaltblütern läßt sich bisweilen eine starke Variabilität ihrer Tagesperiodik feststellen. Die Hauptursache liegt in ihrer Abhängigkeit von chemisch-physikalischen Umweltsgrößen, die je nach Einflußrichtung und Intensität Teile der Gesamtperiodik unterdrücken oder akzentuieren bzw. das ganze Bild verändern können. Die lichtgebundene Aktivität einiger Landschnecken wird durch die gleichzeitig herrschende Feuchtigkeit modifiziert (MATUTANI und MORI 1949). Ähnlich beeinflußt die Wassertemperatur den lichtabhängigen Vorzeichenwechsel der Thigmotaxis (Orientierungsreaktion auf Grund des Tastsinnes) und den Tagesgang der Kriechgeschwindigkeit bei Süßwasserschnecken (MORI 1948). Mehrfach wurde die Bedeutung meteorologischer Elemente für die Aktivitätsperiodik tag- und nachtaktiver Insekten untersucht. LARSEN 1943 hat gezeigt, daß aus der doppelgipfligen Flugaktivität zahlreicher Noctuiden eine Periodik mit einfachem Abendmaximum werden kann, wenn durch starkes Absinken der Temperatur während der Nacht die Morgenaktivität ausfällt. Nach LARSEN kann die Wirkung derartiger „master factors" so stark sein, daß die natürliche Periodik ihr Vorzeichen umkehrt (Umschlag der Nachtaktivität in Tagaktivität auf Grund ungünstiger Witterungsbedingungen). Die Beispiele lassen sich beliebig vermehren.

Weniger wissen wir darüber, welche Änderungen der Tagesperiodik oder ihres Zuordnungsgrades zum Zeitgeber auf physiologische Änderungen des Tieres zurückzuführen sind. Nur für die Tagesperiodik der Vogelaktivität liegen eine Reihe ausführlicher Untersuchungen vor. Die Zeiten des morgendlichen Gesangsbeginns der Vögel gehen den Sonnenaufgangszeiten ungefähr parallel (WRIGHT 1913, v. HAECKER 1913). Sie sind an bestimmte Lichtintensitäten gebunden, und man spricht deshalb von der Weckhelligkeit (Arthelligkeit) eines Vogels (SCHWAN 1920 und 1921). Diese Weckhelligkeit verändert sich im Verlauf des Jahres gesetzmäßig, wie gleichzeitig mit SCHWAN 1920 der Forstmeister DÖRING an Hand seiner schönen Beobachtungen im sächsischen Erzgebirge feststellte: „Diese erheblichen Schwankungen im Erwachen der einzelnen Vogelarten zu den verschiedenen Jahreszeiten sind der beste Beweis dafür, daß außer einem bestimmten Helligkeitsgrade noch andere, zur Zeit noch nicht genau festgestellte Gründe für das wechselnd frühzeitige Erwachen derselben Vogelart maßgeblich sind." Die große Arbeit von SCHWAN 1921 brachte genauere Unterlagen, die in ihren Hauptpunkten mehrfach bestätigt wurden. Im allgemeinen wird die Weckhelligkeit bis zum Ende der Brunstzeit stetig kleiner (die Reizempfänglichkeit steigt), in der Mauser nimmt sie wieder zu. (Weitere Daten bei TREBESIUS 1930 und 1931, SIIVONEN 1939, FRANZ 1949, SCHEER 1950.) Besonders zu erwähnen sind die experimentellen Arbeiten PALMGRENS 1944, 1949; er erörtert eingehend das Zusammenspiel der veränderlichen „inneren Rhythmik" mit der Umweltperiodik. Hinzu kommen natürlich,

wie oben am Beispiel der Insekten gestreift, witterungsbedingte Variationen von Tag zu Tag, die auch bei den Vögeln eine große Rolle spielen. Dasselbe gilt für das abendliche Zuruhegehen. (Ausführlich hat das HEYDER 1933/35 in seiner dritten Veröffentlichung über den abendlichen Zuflug der Amseln zu ihren Schlafplätzen behandelt). Im Winter verlagert sich die gesamte Zuflugszeit und besonders das Zuflugsmaximum schrittweise immer mehr hinter die Sonnenuntergangszeit. Es handelt sich nicht um eine Anpassung an den kürzeren Tag zur Ausdehnung der Futtersuchzeit, sondern um eine innere Umstimmung, die erst Ende Januar, also zur Zeit bereits länger werdender Tage, ihren Höhepunkt erreicht. Von diesem Zeitpunkt an verfrüht sich der Einflug wieder bis zu einer Umkehr in der Brunstzeit, während der dann bei maximaler Reizempfindlichkeit die spätesten Einflüge zu beobachten sind. (Die andersartigen Schlußfolgerungen HEYDERs aus seinen Beobachtungen sind nicht ganz verständlich.) Weitere Einzeluntersuchungen mit vergleichbarem Ergebnis betreffen den Specht (PYNNÖNEN 1939) und den Mauersegler (v. HAARTMAN 1949). Ähnliche jahreszeitliche Änderungen der Reizempfindlichkeit gegen Zeitgeber wie bei Vögeln sind vermutlich bei den meisten anderen Tierarten zu erwarten, jedoch wenig untersucht (Aktivität der Schabe, MELLANBY 1940, und der Wanderratte, STEINIGER 1950).

Die Verringerung der Reizempfindlichkeit gegenüber einem Zeitgeber muß notwendig mit einer Minderung seiner synchronisierenden Eigenschaften einhergehen. Aus diesem Grunde tritt bei Vögeln die interindividuelle Variationsbreite der Weck- und Einschlafhelligkeiten im Herbst sehr viel stärker hervor als zur Zeit höchster Reizempfindlichkeit im Vorsommer (teilweise Ablösung vom Zeitgeber im Herbst, PALMGREN 1943). Dasselbe ergibt sich im kleineren Rahmen im Verlauf des Tages. Auf Grund seiner in drei Jahren (jeweils im Juni) gesammelten Daten konnte MORI 1945 nachweisen, daß für alle tagaktiven Vögel die Weckhelligkeiten kleiner sind als Einschlafhelligkeiten (gleiches bei FRANZ 1949). Mit anderen Worten: Die physiologischen Zustandsänderungen der Tiere im Verlaufe des Tages führen zu einer Abnahme der Reizempfindlichkeit gegen Abend und mindern somit die synchronisierenden Eigenschaften des Zeitgebers; infolgedessen sind die Schwankungen der täglichen Aufwachzeiten geringer als die der Einschlafzeiten. Derartige Abwandlungen der Periodenform und der Zuordnungsstrenge zum Zeitgeber gelten voraussichtlich mehr oder weniger stark für alle tagesperiodischen Funktionen. Die physiologischen Ursachen sind mannigfaltig. Besonders lebhaft sind die Umstimmungen des Organismus bei Vögeln während der Zugunruhe, die damit auch einschneidende Abwandlungen der Tagesperiodik hervorruft (WAGNER 1930, PALMGREN 1938, 1944). Viele insektenfressende, rein tagaktive Vögel entwickeln in der Zugzeit eine Nachtaktivität (PALMGREN 1949). Andererseits kann sich bei Tagziehern die Charakteristik des Zuges im Lauf des Jahres verändern: Buchfinken ziehen im Frühjahr mittags am stärksten, im Herbst gegen Morgen (v. HAARTMAN und BERGMAN 1943, s. auch BERGMAN 1941). Auch im Winterquartier bleibt die Tagesperiodik nicht unverändert: Der Tagesgang des Gesanges beim Steinschmätzer ist im Herbst zweigipflig, mit deutlichem Morgen- und Abendmaximum, im Winter beschränkt er sich auf ein Maximum am Abend (HARTLEY 1949).

IV. Schlußfolgerungen.

Untersuchungen zur 24-Std-Periodik werden in Zukunft mehr noch als bislang auf die Frage nach der endogenen Komponente dieser Vorgänge gerichtet sein. Alle Bemühungen auf diesem Gebiet — Haltung oder Aufzucht von Tieren unter konstanten Umgebungsbedingungen, Studium der Frequenzmodulierbarkeit und ähnliches — sind nur dann wirklich aufschlußreich, wenn den beteiligten Zeitgebern die notwendige Aufmerksamkeit geschenkt wird. Wenn Tiere im Dauerdunkel oder Dauerlicht ihre Periodik über Monate *genau ortszeitgetreu* beibehalten, kann dies nicht als Beweis für endogene Anteile der Periodik herangezogen werden — der Befund zeigt lediglich, daß neben dem Licht-Dunkelwechsel noch andere Zeitgeber für diese Tiere Bedeutung haben. Mißerfolge bei Inversionsversuchen besagen nichts, solange nicht sicher ist, daß alle Zeitgeber ihr Vorzeichen umgekehrt hatten. Es kann nicht überraschen, daß beim Menschen eine Inversion der Temperaturkurve durch Nachtarbeit nicht oder nur unvollkommen erreicht wurde, weil eine Reihe wichtiger Zeitgeber — einschließlich der Zivilisationsperiodik in der Umwelt des Untersuchten — in derartigen Versuchen notwendig unverändert bleiben. Unter entsprechenden Bedingungen, etwa im Bergwerk, muß auch beim Menschen innerhalb kurzer Zeit eine volle Inversion erreichbar sein. Das beweisen schon die nach Langstreckenflügen entlang einem Breitengrad beobachtbaren Anpassungen an die neue Ortszeit, für die etwa 3 bis 6 Tage (nach anfänglicher Phasenverschiebung) gebraucht werden (STRUGHOLD 1952).

Zweckmäßige Handhabung von Zeitgebern ist eine der Möglichkeiten, angeborene oder habituell endogene Komponenten der Tagesperiodik nachzuweisen. Das geschieht einmal durch den sicheren Ausschluß aller Zeitgeber, wenn die dann fortdauernde biologische Periodik eine Eigenfrequenz annimmt; zum anderen durch Frequenzänderungen des Zeitgebers, wenn die biologische Periodik auf Grund geringer Frequenzmodulierbarkeit mit Phasenverschiebungen gegen den Zeitgeber antwortet. Eine ganze Reihe der oben angeführten Beispiele sind in diesem Sinne als Beleg einer (angeborenen?) endogenen Tendenz des Organismus zu einer Periodendauer von 24 Std anzusehen.

Bei jeder Untersuchung zum Problem der 24-Std-Periodik muß berücksichtigt werden, daß die synchronisierenden Eigenschaften eines Zeitgebers nicht immer gleich wirksam sind. Das beruht zum Teil auf Intensitätsschwankungen des Zeitgebers selbst, zum wichtigeren Teil auf Änderungen der Reizempfindlichkeit des Tieres, sei es auf Grund hinzutretender weiterer Umweltfaktoren, sei es als Folge innerer Umstimmungen des Organismus. Variabilitäten der biologischen Periodik von Tag zu Tag und von Tier zu Tier sind deshalb kein Beweis gegen die Zuordnung der Periodik zu einem Zeitgeber (Gesangsbeginn der Vögel, SCHUSTER 1949). Man wird weder erwarten, daß die Maxima und Minima einer Funktion bei verschiedenen Tieren noch die verschiedener Funktionen zeitlich zusammenfallen. In einem Individuum können mehrere tagesperiodische Funktionen phasenverschoben

nebeneinander herlaufen, möglichenfalls mit Koppelung an verschiedene Zeitgeber (z. B. Schlüpfen, Begattung und Eiablage beim Springwurmwickler, GÖTZ 1951).

Die Frage nach der Entstehung der Periodik ist ohne Berücksichtigung der Zeitgeber nicht zu beantworten. Wie schon SLONAKER 1912 an der Lauftrommelaktivität von Ratten zeigen konnte, prägt sich die Periodik im heranwachsenden Tier erst allmählich aus; die Amplitude erreicht beim ausgewachsenen Jungtier ein Maximum. (Jüngster Nachweis an Landschnecken, MATUTANI und MORI 1950.) Dieser Übergang vom aperiodischen (polyphasischen) Verhalten des eben geborenen zum klar periodischen des ausgewachsenen Tieres ist nicht notwendig ein Beweis für Einprägung auf Grund längerer Zeitgebereinwirkung (24-Std-Periodik als erlernter bedingter Reflex), sondern kann ebenso gut Folge der späten Ausbildung jener Zwischenhirngebiete sein, die für die Steuerung der Periodik im Organismus mitverantwortlich sind. Wichtig wären genauere Feststellungen, an welche Zeitgeber und welche Frequenzen der wachsende Organismus sich anzupassen vermag (6:6-Std-Periodik beim Kücken, HIEBEL und KAYSER 1949), und andererseits Aufzuchtsversuche unter sicherem Ausschluß sämtlicher Zeitgeber. Versuche an Säugetieren befriedigen hier allerdings schon deshalb nicht, weil die Muttertiere die Stelle der Zeitgeber einnehmen. Würfe von im Dauerdunkel gehaltenen Mäusen, die im Dauerdunkel unter völlig konstanten Umgebungsbedingungen aufgezogen wurden, zeigten übereinstimmend jeweils die (gegenüber der Erddrehung erhöhte) Frequenz der Muttertiere (ASCHOFF, nicht veröffentlicht).

Zusammenfassung.

Die Frequenzübereinstimmung aller tagesperiodischen biologischen Prozesse sowie das Fehlen einer statistischen Verteilung der Phasen auf den ganzen Tag setzt Synchronisation voraus. Die synchronisierenden Faktoren werden Zeitgeber genannt. Zeitgeber für die tierische 24-Std-Periodik sind alle mit der Erddrehung gekoppelten periodischen Umweltprozesse kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Art, die für das Tier reizwirksam sind.

Zeitgebereigenschaften sind nicht auf meteorologische Elemente beschränkt, sondern können ebenso gut der belebten Umwelt des Tieres zukommen (ökologisch-soziologische periodische Vorgänge). Unter natürlichen Bedingungen sind immer mehrere Zeitgeber gleichzeitig tätig, von denen meist einer als der beherrschende die Phasenlage der tierischen Periodik bestimmt; jedoch kann es auch zum Wettstreit mehrerer Zeitgeber kommen.

Die Zuordnung einer Periodik zum Zeitgeber ist nicht immer gleich streng. Insbesondere lassen Änderungen der Reizempfindlichkeit des Tieres beträchtliche Abwandlungen der Koppelung zu. Variationen der tierischen Tagesperiodik hinsichtlich Periodenform und Phasenlage sind teilweise damit zu erklären.

Für alle tagesperiodischen biologischen Prozesse mit endogener Komponente ist der Zeitgeber nur bedingt maßgeblich. Phasenverschiebungen des Zeitgebers folgt die biologische Periodik ohne Schwierigkeit; die Frequenzmodulierbarkeit ist jedoch relativ eng begrenzt.

Kenntnis der Zeitgeber und ihrer Wirkweise ist die notwendige Voraussetzung für klare Ergebnisse bei der Erforschung der 24-Std-Periodik.

Literatur.

ACHELIS, J. D., u. H. NOTHDURFT (1939): Pflügers Arch. **241**, 651. — ASCHOFF, J. (1951a): Naturwiss. **38**, 506. — ASCHOFF, J. (1951b): Pflügers Arch. **254**, 262. — ASCHOFF, J. (1952a): Pflügers Arch. **255**, 189. — ASCHOFF, J. (1952b): Pflügers Arch. **255**, 197. — ASCHOFF, J. (1953): Z. vergl. Physiol. (im Druck). — BENTHLEY, E. W., D. L. GUNN and D. W. EWER (1942): J. of Exp. Biol. **18**, 182. — BERGMANN, G. (1941): Ornis fenn. **18**, 1. — BOUGHTON, D. C. (1933): Amer. J. Hyg. **18**, 161. — BOUGHTON, D. C., F. ATCHLEY and L. ESKRIDGE (1935): J. of Exp. Zool. **70**, 55. — BOYD, G. H. (1929): J. of Exp. Zool. **54**, 111. — BOYD, G. H. (1933): Amer. J. Hyg. **18**, 295. — BROWMAN, L. G. (1937): J. of Exp. Zool. **75**, 375. — BROWMAN, L. G. (1943): J. of Exp. Zool. **94**, 477. — BROWMAN, L. G. (1944): Amer. J. Physiol. **142**, 633. — BROWMAN, L. G. (1952): Amer. J. Physiol. **168**, 694. — BROWN, F. A., u. M. WEBB (1949): Physiol. Zool. **22**, 136. — CALHOUN, J. B. (1945): Ecology **26**, 250. — CLOUDSLEY-THOMPSON, J. C. (1951): J. of Exp. Biol. **28**, 165. — DÖRING (1920): Tharandter forstl. Jb. **71**, 242. — DURRANT, F. P. (1935): Amer. J. Physiol. **113**, 37 (Abstr.). — FRANZ, J. (1949): Z. Tierpsychol. **6**, 309. — FRAPS, R. M., B. H. NEHER and I. ROTHSCHILD (1947): Endocrinology **40**, 241. — GÖTZ, BR. (1951): Z. angew. Entomol. **31**, 261. — GUNN, D. L. (1940): J. of Exp. Biol. **17**, 267. — HAARTMAN, L. v. (1949): Ornis fenn. **26**, 16. — HAARTMAN, L. v., u. G. BERGMAN (1943): Acta zool. fenn. **39**, 1. — HAECKER, v. (1913): Biol. Zbl. **36**, 403. — HARTLEY, P. H. (1949): Biol. Zbl. **91**, 393. — HEMMINGSEN, A. M. (1932): Skand. Arch. Physiol. **65**, 97. — HEMMINGSEN, A. M., u. N. B. KRARUP (1937): Biol. Meddel. **13**, Nr. 7. — HEMPEL, G., u. E. BREHM (1952): Naturwiss. **39**, 265. — HEYDER, R. (1933/35): Mitt. Ver. sächs. Ornith. **4**, 57. — HIEBEL, G., et CH. KAYSER (1949): C. R. Soc. Biol. Paris **143**, 864. — HIGGINBOTHOM, A. C. (1939): Ecology **20**, 58. — HUNT, J. MC., and H. SCHLOSSBERG (1939): J. Comp. Psychol. **28**, 285. — JOHNSON, M. S. (1926): J. Mammal. **7**, 245. — KALMUS, H. (1938): Z. vergl. Physiol. **25**, 494. — KARPLUS, M. (1952): Ecology **33**, 129. — LARSEN, E. BR. (1943): Entomol. Meddel. **23**, 352. — LUTZ, F. E. (1932): Amer. Mus. Nov. Nr. 550. — MATUTANI, K., u. S. MORI (1949): Venus; Jap. J. Malacol. **15**, 96. [Japanisch mit engl. Zusatz]. — MATUTANI, K., u. S. MORI (1950): Venus; Jap. J. Malacol. **16**, 52 [Japanisch mit engl. Zusatz]. — MCNALLY, E. H. (1946): Anat. Rec. **96**, 588 (Abstr.). — MELLANBY, K. (1940): J. of Exp. Biol. **17**, 278. — MENKE, H. (1911): Pflügers Arch. **140**, 37. — MEYER-LOHMANN, J. (1953): Diss., zum Druck vorgesehen. — MORI, S. (1943): Zool. Z. in Japan [jap.] **55**, 1. — MORI, S. (1945): Kyo-Dai Seiri Seitai [jap.] Nr. 20. — MORI, S. (1946): Kyo-Dei Seiri Seitai [jap.] Nr. 60. [Japanisch mit engl. Zusatz]. — MORI, S. (1947): Forsch.-Ber. Physiol. Ökol. **1**, 8 [Japanisch mit engl. Zusatz]. — MORI, S. (1948): Seibutu **3**, 204 [Japanisch mit engl. Zusatz]. — MORI, S. (1949): Forsch.-Ber. Physiol. Ökol. **3**, 32 [Japanisch mit engl. Zusatz]. — MORI, S. (1950): Forsch.-Ber. Physiol. Ökol. [jap.] **4**, 12. — NIELSEN, E. T. (1937/40): Entomol. Meddel. **20**, 121. — PALMGREN, P. (1935): Ornis fenn. **12**, 107. — PALMGREN, P. (1938): Ornis fenn **15**, 1. — PALMGREN, P (1943): Ornis fenn. **20**, 99. — PALMGREN, P. (1944): Z. Tierpsychol. **6**, 44. — PALMGREN, P. (1949): Ibis **91**, 561. — PARK, O. (1941a): Ecology **22**, 164. — PARK, O. (1941b): Ohio J. Sci. **41**, 39. — PARK, O., A. BARDEN and E. WILLIAMS (1940): Ecology **21**, 122. — PARK, O., J. A. LOCKETT and D. I. MYERS (1931): Ecology **12**, 709. — PAULI, W. (1926): Z. wiss. Zool. **128**, 421. — PHILLIPP, P. (1937): Z. Fischerei **35**, 731. — PYNNÖNEN, A. (1939): Ann. zool. Soc. zool.-bot. fenn. „Vanamo" **7**, Nr. 2. — REICHLE, FR. (1943): Z. vergl. Physiol. **30**, 227. — RICHTER, C. P. (1922/23): Comp. Psychol. Monogr. **1**, Nr. 2. — RUDDER, B. DE (1948): Über sogenannte ‚kosmische' Rhythmen beim Menschen, 4. Aufl. Stuttgart. — SCHEER, G. (1950): Ornithol. Mitt. **2**, 3. — SCHUSTER, L. (1949): In E. MEYER u. E. SCHÜTZ, Ornithologie als biologische Wissenschaft (Stresemann-Festschrift). — SCHWAN, A. (1920): Pflügers Arch. **180**, 341. — SCHWAN, A. (1921): Verh. ornithol. Ges. Bayern **15**, 9, 146. — SHIRLEY, M. (1928): J. Comp. Psychol. **8**, 159. — SIIVONEN, L. (1939): Ann. zool. Soc. zool.-bot. fenn. „Vanamo" **7**, Nr. 1. — SIMPSON, S., and J. J. GALBRAITH (1908): Trans. Roy. Soc. Edinburgh **45**, 65. — SLONAKER, J. R. (1912): J. Animal. Beh. **2**, 20. — SLONAKER, J. R. (1925): Amer. J. Physiol. **73**, 485. — SLONAKER, J. R. (1935): Amer. J. Physiol. **112**, 176. — STAUBER, L. A. (1939): J. Parasitology **25**, 95. — STEIN, H. (1951): Z. vergl. Physiol. **33**, 387. — STEINIGER, FR. (1950): Dtsch. zool. Z.

1, 143. — STRUGHOLD, H. (1952): J. Aviation Med. 23, 464. — SZYMANSKI, J. S. (1918): Pflügers Arch. 172, 430. — TALBOT, M. (1946): Ecology 27, 65. — TREBESIUS, J. (1931): Mitt. Vogelwelt 30, 14, 35, 106. — TRIBUKAIT, B. (1953): Diss., zum Druck vorgesehen. — WAGNER, H. (1930): Z. vergl. Physiol. 12, 703. — WARREN, D. C., and H. M. SCOTT (1936): J. of Exp. Zool. 74, 137. — WEBB, M. (1950): Physiol.-Zool. 23, 316. — WRIGHT, H. (1913): Auk (Lancaster, Pa.) 30, 512.

Aus dem Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung, Institut für Physiologie, Heidelberg.

Eingegangen am 26. Mai 1953.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Symbols for fundamental particles.

In recent years we have witnessed startling developments in the field of fundamental particles. One of the consequences has been the appearance in the scientific literature of a new jargon and of a large number of new symbols. Some symbols (such as π, μ, τ) designate specific kinds of particles. Others (such as ϱ, σ) have been used to describe merely a phenomenological behavior. Various authors have called the same particle by different names or have attached different meaning to the same symbol. Sometimes the meaning of a symbol has changed through the years. To give an example, the Greek letter $\varkappa$ was used initially to describe a heavy meson which stops in the emulsion and subsequently decays giving rise to a single ionizing particle. Later the Latin letter K replaced the Greek letter $\varkappa$ as a code for the above phenomenological description, while the letter $\varkappa$ acquired a more definite physical meaning: that of a heavy meson which decays into one charged and two neutral particles. Sometimes, however, the letter K is also used to designate any charged particle heavier than a π-meson and lighter than a proton, whose mode of decay is unknown. As another example, the neutral particle of mass about 1000 m_e, which decays into two π-mesons, has been variously named v^0, V_2^0, V_4^0, whereas some authors have used the letter V_2^0 to designate any V^0-particle different from the so-called V_1^0.

It seems to us that, in order to avoid confusion, the time has come to agree upon a co-ordination of the symbols used to indicate fundamental particles or groups of fundamental particles. Our specific suggestions are listed in the table to follow.

We propose first to subdivide fundamental particles into three groups according to their mass and to denote each group by a Latin letter. We tentatively suggest the name *hyperon* for a particle of mass intermediate between that of the neutron and the deuteron.

We then suggest the use of Greek letters to indicate specific particles (as opposed to groups of particles). We note that this procedure has been widely followed in the past (recall the symbols γ, μ, ν, π, τ). We do not propose, however, to change the accepted symbols for the proton (p) or the neutron (n).

We finally suggest to retain and make more precise the phenomenological classification already in use, based on the empirical features of the decay process (V-particles, S-particles).

CLASSIFICATION OF PARTICLES

A. Groups of Particles.

Light mesons (L-mesons): π-mesons, μ-mesons, any other lighter meson which may be discovered.

Heavy mesons (K-mesons): all particles heavier than π-mesons and lighter than protons.

Hyperons (Y-particles): all particles with mass intermediate between that of the neutron and the deuteron (this definition might be revised if fundamental particles heavier than deuterons are discovered).

B. "Christian Names".

Use capital Greek letters for hyperons and small Greek letters for mesons.

1. Hyperons.

Λ^0: particle previously known as V_1^0 and characterized by the decay scheme $\Lambda^0 \to p + \pi^-$. If it turns out (as suggested by some results) that there are particles with this decay scheme and different Q-values, they could be designated by different subscripts.

Λ^+: the positive counterpart of Λ^0 with the possible decay schemes:

$$\Lambda^+ \to n + \pi^+, \qquad \Lambda^+ \to p + \pi^0.$$

The existence of these particles is indicated by recent experiments.

2. Heavy Mesons.

$\tau \to 3\pi$ (considered certain).

$\varkappa \to \mu + 2$ neutral particles (considered very probable; however the nature of the neutral products is still unkown).

$\chi \to \pi + 1$ neutral particle (considered as probable; nature of neutral particle unknown).

θ^0: particle previously known as v^0, V_2^0, V_4^0, characterized by the decay scheme $\theta^0 \to \pi^\pm + (\pi^\mp$ or $\mu^\mp)$. If it turns out (as suggested by some results) that there are particles with this decay scheme and several Q-values, they could be designated by different subcripts.

C. Phenomenological Categories

V-event: phenomenon which can be interpreted as the decay in flight of K-meson or Y-particle. Subdivisions: V^0-event, decay of a neutral particle; $V^\pm$-event, decay of a charged particle.

S-event: phenomenon which can be interpreted as the decay at rest of a charged K-particle or Y-particle.

E. AMALDI, Roma.
C. D. ANDERSON, Pasadena (California).
P. M. S. BLACKETT, London.
W. B. FRETTER, Berkeley 4 (California).
L. LEPRINCE-RINGUET, Paris.
B. PETERS, Bombay.
C. F. POWELL, Bristol.
C. D. ROCHESTER, Manchester.
B. ROSSI, Cambridge (Mass.).
R. W. THOMPSON Bloomington (Indiana).

Eingegangen am 16. Dezember 1953.

Zur elastischen Streuung von positiv und negativ geladenen μ-Mesonen an schweren Kernen.

Von den beiden wichtigsten Arten von Mesonen (π, μ) zeigen bekanntlich die μ-Mesonen eine sehr schwache Kopplung an das Kernfeld, so daß ihre Wechselwirkung mit Atomkernen weitgehend auf Grund der elektromagnetischen Kopplung allein beschrieben werden kann. Somit sind die μ-Mesonen eine geeignete Sonde, um die Protonenverteilung im Kern und ähnliche, rein elektrostatische Fragen zu untersuchen. Die bisher allein erfolgte Behandlung *gebundener* Zustände[1]) (mesic atoms) hat dabei einige Unklarheiten hervorgerufen [scheinbar zu kleine Radien der Protonenkugel[2])]. In unserem Institut wurde deshalb begonnen, die *Streuung* von μ-Mesonen an Atomkernen theoretisch zu behandeln, die im Zusammenhang mit experimentellen Untersuchungen neues Material zu dem genannten Problemkreis liefern kann. Der folgende Bericht enthält die ersten Ergebnisse, die an anderer Stelle ausführlich publiziert werden sollen.

Die Kopplung der μ-Mesonen an den Atomkernen geschieht über das COULOMB-Potential, das ins Kerninnere als Parabelpotential fortgesetzt ist, wobei letzterem die Voraussetzung des homogen geladenen Kerns zugrunde liegt. Die Fig. 1a und 1b zeigen die Energieverhältnisse für μ-Mesonen beiderlei Vorzeichens. Bei einer Erniedrigung der kinetischen Mesonen-

energie hat man für die beiden Fälle positiv geladener (μ^+-Mesonen) und negativ geladener (μ^--Mesonen) Mesonen typische Unterschiede in der Veränderung des Streuquerschnitts zu erwarten: Im Falle der μ^+-Mesonen bewirkt eine Energieverminderung die Angleichung des Streuquerschnitts an die RUTHERFORD-Streuung (reine COULOMB-Streuung), insbesondere dann, wenn der Betrag der kinetischen Energie in die Größenordnung des Betrages V_0 im Kernmittelpunkt kommt

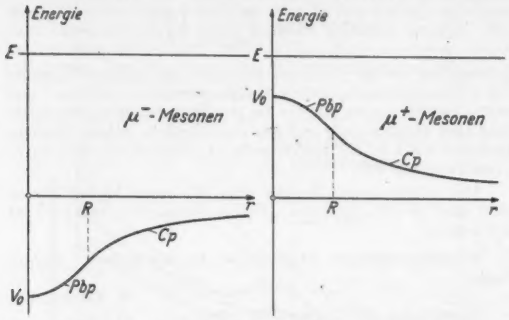


Fig. 1. Energie E der Mesonen als Funktion von r. E bezeichnet die kinetische Energie der Mesonen, R den Kernrand, bei welchem das COULOMB-Potential (Cp) in das Parabelpotential (Pbp) übergeht.

oder diesen gar unterschreitet, wohingegen ein analoges Verhalten bei den μ^--Mesonen fehlt. Diese qualitativen Aussagen werden durch die Rechnung bestätigt.

Der differentielle Streuquerschnitt $d\sigma$ wurde für μ^+- und μ^--Mesonenstreuung an dem Kern ^{208}Pb für mehrere Energien berechnet. In den Fig. 2a und 2b sind die auf die RUTHERFORD-Streuung bezogenen Streuverteilungen (Streuanomalie)

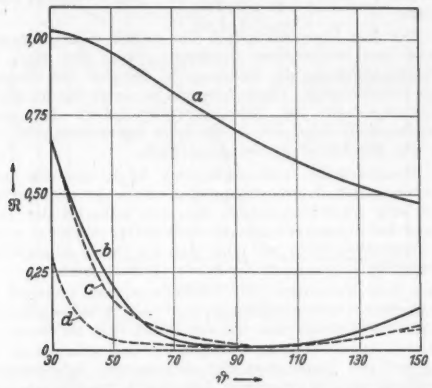


Fig. 2. Die auf die RUTHERFORD-Streuung bezogene Streuverteilung $\mathfrak{R}(\vartheta)$ für μ^+-Mesonen bei den Energien 50 MeV (Kurve b) und 25 MeV (Kurve a) und für μ^--Mesonen bei 50 MeV (d) und 25 MeV (c) als Funktion von ϑ. $\mathfrak{R}=1$ bedeutet RUTHERFORD-Streuung.

$\mathfrak{R}(\vartheta) = d\sigma/d\sigma_R$ ($d\sigma_R$ bezeichnet den Streuquerschnitt für RUTHERFORD-Streuung) für die Energien 50 und 25 MeV eingetragen. Für den Pb-Kern ist $V_0 = 21$ MeV. Den absoluten Streuquerschnitt erhält man aus den Diagrammen und den für die gewählten Energien geltenden $d\sigma_R$-Beträgen:

$$\frac{d\sigma_R}{d\Omega} = \frac{0{,}348 \cdot 10^{-26}}{\sin^4 \vartheta/2} \quad \text{für} \quad E = 50\,\text{MeV},$$

$$\frac{d\sigma_R}{d\Omega} = \frac{1{,}392 \cdot 10^{-26}}{\sin^4 \vartheta/2} \quad \text{für} \quad E = 25\,\text{MeV},$$

beide in cm² gemessen. Die Kurven a und b in Fig. 2 (μ^+-Mesonen) zeigen im Gegensatz zu den Kurven c und d (μ^--Mesonen) eine starke Veränderung der Streuverteilung, die bei weiterer Energieverminderung schließlich in die RUTHERFORD-Verteilung übergeht. Die Rechnungen wurden nach der MOTTschen Partialwellenmethode durchgeführt, wobei zur Bestimmung der zu den einzelnen Partialwellen gehörigen Phasen das WKB-Näherungsverfahren benutzt wurde.

Für den geplanten Zweck der Untersuchung, Auskunft über die Ladungsverteilung im Kern zu erhalten, erscheint hiernach die Verwendung von μ^--Mesonen wegen der geringen Veränderlichkeit der Verteilungskurven nicht sehr geeignet, weshalb in experimentellen Arbeiten die Streuung von μ^+-Mesonen bevorzugt werden sollte.

Die Untersuchungen sollen unter der Annahme verschiedener Ladungsverteilungen im Kern fortgesetzt werden. Bei den höheren Energien bedarf es noch der Anbringung einer relativistischen Korrektur im Sinne der PAULI-Gleichungen.

Herrn Professor FLÜGGE, in dessen Institut die Arbeit ausgeführt wurde, danke ich für Diskussionen.

Institut für Struktur der Materie der Universität Marburg.

Eingegangen am 1. Dezember 1953. H. MARSCHALL.

[1]) WHEELER, J. A.: Rev. Mod. Physics **21**, 133 (1949). — FLÜGGE, S., u. F. T. ADLER: Naturwiss. **40**, 601 (1953).
[2]) COOPER, L. N., u. E. M. HENLEY: Bull. Amer. Physic. Soc. **28**, 56 (1953).

Über ein statistisches Gerät.

Das Gerät besteht aus drei Teilen: den Startzellen, dem statistischen Verteiler und den Zielzellen, angeordnet nach Fig. 1 und im einfachsten Fall mit dem bekannten Nagelbrett nach GALTON als Verteiler.

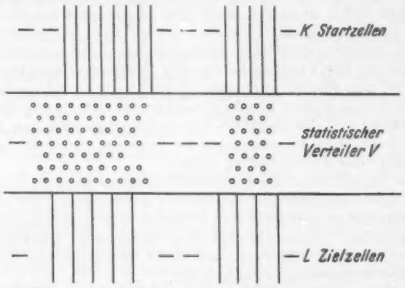


Fig. 1. Aufbau des statistischen Geräts aus K Startzellen, dem Verteiler V und L Zielzellen.

Das Gerät löst folgende Aufgabe: Seien die Startzellen mit k durchnumeriert $1 \leq k \leq K$, die Zielzellen mit l: $1 \leq l \leq L$, und seien die Startzellen besetzt (etwa mit Kugeln) entsprechend der Funktion $i(k)$, so verwandelt die einmalige Anwendung des Verteilers V auf $i(k)$ diese Funktion in eine andere $j_\alpha(l)$, die wir zunächst rein formal als Resultat der Anwendung des Operators V auf $i(k)$ verstehen:

$$j_\alpha(l) = V\,i(k). \tag{1}$$

Es sei V so beschaffen, daß $j(l)$ gegen eine bestimmte Verteilung geht, wenn dafür der Mittelwert aus n Operationen genommen wird und n über alle Grenzen wächst. Wir schreiben also

$$\bar{j}(l) = \lim_{n \to \infty} \frac{1}{n} \sum_{\alpha=1}^{n} j_\alpha(l). \tag{2}$$

Die gesamte Prozedur sei durch den Operator R bezeichnet:

$$\bar{j}_n(l) = R_n\, i(k)$$

und für $n \to \infty$ einfach

$$\bar{j}(l) = R\, i(k).$$

Im symmetrischen Fall ($K = L$ und Gestalt und Größe der Start- und Zielzellen gleich) ergeben sich für das spezielle Beispiel

$$i(k) = 1, 2, 3, \ldots \mu \ldots \text{ für alle } k, \tag{3}$$

wenn $z(j)$ die mittlere Anzahl der Zellen mit der Besetzungszahl j bei hinreichender Wiederholung bedeutet:

$$z(j) = e^{-\mu} \mu^j / j!, \tag{4}$$

d.h. wir erhalten POISSON-Verteilungen.

Ist der Verteiler ein gewöhnliches Nagelbrett und sind die Start- und Zielzellen gleich gestaltet, gleich groß und symmetrisch zur Mittelachse des Geräts, so können wir durch wiederholtes Kippen des Geräts um die Mittelachse die Rolle

der Start- und Zielzellen vertauschen, d.h. den Operator V hintereinander, sagen wir m-mal anwenden. Bleiben bei dem Prozeß für wachsende m die Zellenzahlen K bzw. L konstant, so ergeben sich stets POISSON-Verteilungen, gleichgültig von welcher ursprünglichen Verteilung $i(k)$ bei dem Prozeß ausgegangen worden ist. Das gleiche gilt, wenn mit m auch K und L sowie die Kugelzahl bei festzuhaltender mittlerer Dichte μ über alle Grenzen wachsen.

Der Verteiler, der aus mehreren, unter Umständen verschiedenen Verteilerelementen zusammengesetzt sein kann, sowie die beweglichen Elemente lassen sich etwa mechanisch oder elektromagnetisch so ausgestalten, daß auch nicht ganz einfache Diffusionsprozesse, z.B. die Diffusion von Dipolen in einem Quadrupolfeld, studiert werden können.

Physikalisches Institut der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen.

W. FUCKS.

Eingegangen am 10. Dezember 1953.

Eine einfache Berechnung des LAMB-shifts im Wasserstoffspektrum.

Durch eine neue Modelldarstellung des Wasserstoffatoms, die von der Theorie der Wasserwellen hergenommen ist, ist es möglich gewesen, den Elektronenspin mit einer Kanalwelle und die stationären Zustände mit den verschiedenen Schwingungsmöglichkeiten einer Kapillarwelle zu vergleichen. Daraus folgt unter anderem, daß der Normalzustand in natürlicher Weise der einzige stabile Zustand wird, in welchem das Wasserstoffatom existieren kann. Außer einer unmittelbaren Berechnung der Energieniveaus des Wasserstoffspektrums ermöglicht das Modell auch eine Berechnung der Feinstruktur und des LAMB-shifts. Ferner erreicht man mittels des Modelles eine Erklärung des Begriffs der elektromagnetischen Masse, wodurch es möglich geworden ist, gewisse Schlüsse betreffs der Natur des Elektrons zu ziehen.

Die Berechnung des LAMB-shifts erfolgt kurz in folgender Weise. Zwei magnetische Dipole mit den Momenten M_1 und M_2 mögen in ihrem gemeinsamen Fernfeld den gegenseitigen Abstand r haben; dann beträgt ihre potentielle Energie (ihre Bindungsenergie), bezogen auf den Energiebetrag bei unendlicher Entfernung voneinander,

$$E = \int_r^\infty \frac{6 M_1 M_2}{r^4}\, dr = \frac{2 M_1 M_2}{r^3}.$$

Das Elektron eines Wasserstoffatoms im Normalzustand hat ein bahnmagnetisches Moment (μ_e), welches ein Magneton beträgt, also

$$\mu_e = e h/(4\pi m_e c) = e\gamma/4\pi,$$

wo $\gamma = h/m_e c$ die COMPTON-Wellenlänge des Elektrons ist.

Besitzt das Elektron ein ebenso großes spinmagnetisches Moment, wird das gesamte magnetische Moment des Elektrons

$$M_1 = 2 e\gamma/4\pi.$$

Das magnetische Moment des Protons ist μ_H Kernmagnetonen (K.M.) oder $\mu_H (e\gamma/4\pi) \cdot (m_e/m_H)$ Magnetonen; stellt man sich vor, daß das magnetische Moment des Kerns wie bei dem Elektron die Summe eines bahnmagnetischen und eines spinmagnetischen Momentes ist, so wird

$$M_2 = \frac{2\mu_H e\gamma\, m_e}{4\pi m_H}.$$

Die magnetische Bindungsenergie ist folglich

$$E_M = \frac{2\cdot 2 e\gamma \cdot 2\mu_H e\gamma\, m_e \cdot 8\pi^3\alpha^3}{4\pi\cdot 4\pi\, m_H \cdot \gamma^3} = 2 h c \mu_H \frac{\alpha^4}{\gamma}\frac{m_e}{m_H},$$

da der Radius in der Bahn des Normalzustandes $a_1 = \gamma/2\pi\alpha$ und $\alpha = 2\pi e^2/hc$ ist.

Die Koppelung zwischen den zwei magnetischen Momenten bewirkt eine Aufspaltung der in gewöhnlicher Weise berechneten Energieniveaus. Das Niveau ($n = 2$) bekommt deswegen eine Verschiebung (eine Aufspaltung), die E_M beträgt; sie beträgt, in Wellenzahlen (ν^*) ausgedrückt,

$$\Delta\nu^* = E_M/hc = 2\mu_H (\alpha^4/\gamma)\cdot(m_e/m_H).$$

Werden die Werte

$$\mu_H = 2{,}793 \text{ K.M.}, \qquad \alpha = 137{,}03,$$
$$m_e/m_H = 1836{,}3, \qquad \gamma = 2{,}426\cdot 10^{-10}\,\text{cm}$$

eingesetzt, bekommt man

$$\Delta\nu^* = 0{,}0355\,\text{cm}^{-1}.$$

Präzisionsmessungen von LAMB und seinen Mitarbeitern[1]) haben den Wert 1062 ± 5 MHz gegeben, welcher in Wellenzahlen umgerechnet $0{,}0354 \pm 0{,}0002\,\text{cm}^{-1}$ gibt.

Wird obenstehende Formel für den LAMB-shift in folgender Weise

$$\Delta\nu^* = 64\mu_H \frac{m_e}{m_H}\left[\frac{1}{2\gamma}\left(\frac{\alpha}{2}\right)^4\right]$$

geschrieben, ist der Ausdruck innerhalb der eckigen Klammer die Feinstrukturaufspaltung des Wasserstoffs $0{,}365\,\text{cm}^{-1}$ und außerdem die Größe, die für die Dublettaufspaltung der Spektren aller Alkalimetalle und alle alkaliähnliche höhere Funkenspektren wie z.B. die Spektren Be II, B III, C IV, N V, O VI verantwortlich ist[2]).

Ein ausführlicher Bericht über die neue Modelldarstellung wird in der dänischen „Fysisk Tidsskrift" Anfang 1954 erscheinen.

Königlich-dänische pharmazeutische Hochschule, Kopenhagen.

V. THORSEN.

Eingegangen am 12. Dezember 1953.

[1]) LAMB jr., W. E., and R. C. RETHERFORD: Physic. Rev. 81, 222 (1951).

[2]) THORSEN, V.: Fysisk Tidsskr. 51, 32 (1953) [Dänisch].

Zum Absorptionsspektrum der Silberhalogenide mit eingebauten Schwefel- oder Selenionen bei tiefen Temperaturen.

Das Absorptionsspektrum der Silberhalogenide mit einem Zusatz von etwa 0,02 Mol-% Ag_2S, welches eingehend bei Zimmertemperatur[1]) untersucht wurde, zeigte folgende Eigenschaften:

1. Vor der Eigenabsorption des reinen Silberhalogenids entsteht eine strukturlose Zusatzabsorption mit einer Absorptionskonstanten, die langsam im Bereich der längeren Wellen verschwindet. Diese Absorption, deren Maximum bei Zimmertemperatur im Eigenabsorptionsgebiet der reinen Silberhalogenide liegt, ist für die hohe photochemische Ausbeute der Mischkristalle verantwortlich.

2. Mischkristalle, z.B. AgBr mit Ag_2S, die von hoher Temperatur auf Zimmertemperatur abgeschreckt wurden, zeigten eine Zusatzabsorption, die sich während der Lagerungszeit bei Zimmertemperatur veränderte, und zwar nimmt diese Zusatzabsorption ab, ohne daß ein neues Absorptionsspektrum im langwelligen Gebiet aufgebaut wird.

Aus dem Verhalten der Zusatzabsorption während der Lagerungszeit wurde geschlossen, daß nach dem Abschrecken zunächst die dissoziierten Schwefelionen, die an Stelle der Bromionen eingebaut sind, vorliegen und daß während der Lagerungszeit die Assoziation der eingebauten Schwefelionen mit anderen positiv geladenen Störstellen des Gitters stattfindet.

Nunmehr sollen die wichtigsten Ergebnisse, die sich bei der Messung der Zusatzabsorption bei der Temperatur der flüssigen Luft ergeben haben, mitgeteilt werden. Der Mischkristall AgBr mit Ag_2S, der von hoher Temperatur mit kurzer Lagerungszeit bei Zimmertemperatur auf die Temperatur der flüssigen Luft abgeschreckt wurde, zeigt eine Struktur mit einem ersten Maximum bei 490 mμ und dem Anstieg im kurzwelligen Bereich. Dies zeigt die ausgezogene Kurve 1, Fig. 1. Das entsprechende Absorptionsspektrum bei Zimmertemperatur ist durch die gestrichelte Kurve 1 dargestellt. Wird der Kristall einige Zeit auf Zimmertemperatur gehalten und dann auf tiefe Temperatur abgekühlt, so verschwindet langsam die Struktur, bis sich lediglich nur die Ausläuferabsorption einstellt. Dies zeigt die ausgezogene Kurve 3, Fig. 1. Sie ist allein infolge der Temperaturerniedrigung kurzwelliger als bei Zimmertemperatur. Die entsprechende Kurve nach dem Abfall bei Zimmertemperatur ist durch die gestrichelte Kurve 3, Fig. 1, dargestellt. Noch deutlicher liegen die Verhältnisse bei den Mischkristallen AgBr mit Ag_2Se (Fig. 2). AgBr-Kristalle mit Ag_2Se zeigen genau das gleiche Verhalten wie diejenigen mit Ag_2S. Wichtig ist nur, daß die vorgelagerte Bande bei tiefer Temperatur schärfer und langwelliger als diejenige der Mischkristalle mit Ag_2S ist.

Aus dem Verhalten der Absorption bei tiefer Temperatur kann geschlossen werden, daß die Zusatzabsorption tatsächlich mit der Anwesenheit der eingebauten Ionen verknüpft ist. Es handelt sich bei dieser Absorption also nicht um Farbzentren. Das Absorptionsspektrum der eingebauten Schwefel- oder Selenionen zeigt eine Struktur mit dem ersten Maximum bei 490 mμ mit Schwefelzusatz und bei 512 mμ mit Selenzusatz und einem weiteren Anstieg im kurzwelligen Gebiet. Die Struktur des Spektrums bei tiefer Temperatur kann durch einen Übergang des Elektrons vom Grundzustand entweder zum angeregten oder freien Zustand gedeutet werden. Bei Zimmertemperatur sind diese beiden Zustände nicht mehr erkennbar. Die Absorption bei Zimmertemperatur, die durch

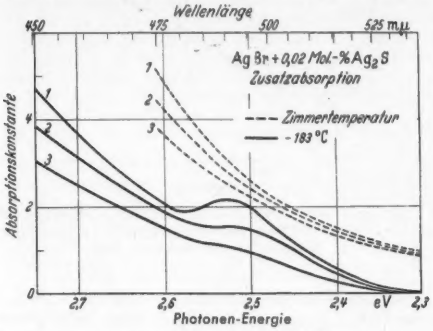


Fig. 1. Absorptionsspektrum eines AgBr-Kristalls mit Ag_2S. Kurve 1: Sofort nach dem Abschrecken von 400 auf 20° C. Kurve 2: Nach 1 Std Lagerung bei 20° C. Kurve 3: Nach 11 Std Lagerung.

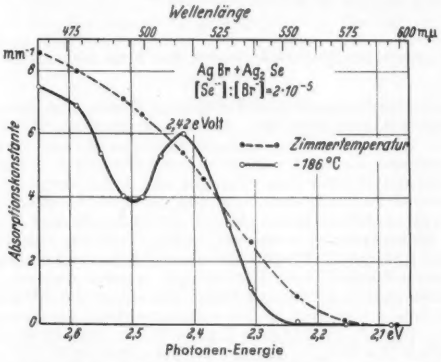


Fig. 2. Absorptionsspektrum eines von 410° auf 20° C abgeschreckten AgBr—Ag_2Se-Mischkristalls (Zusatzabsorption).

Lagerung abgebaut wird, entspricht der Absorption bei tiefer Temperatur, die eine Struktur zeigt, welche nach der Temperung verschwindet. Weiter kann experimentell gezeigt werden, daß die Absorption, die bei tiefer Temperatur die Struktur zeigt, durch Bestrahlung abgebaut wird.

Eine ausführliche Mitteilung über diese und noch weitere Ergebnisse auch an AgCl und mit anderen Zusätzen erscheint demnächst in der Zeitschrift für Physik.

Institut für Kristallphysik der Deutschen Akademie der Wissenschaften, Berlin-Adlershof.

G. Seifert, O. Stasiw und Ch. Volke.

Eingegangen am 14. Dezember 1953.

[1]) Stasiw, O.: Z. Physik **127**, 522 (1950).

Durchlässigkeit von Silberfolien für langsame Elektronen.

In Anlehnung an Arbeiten von Katz[1]),[2]) wird die Durchlässigkeit chemisch niedergeschlagener Silberfolien von 500 bis 1000 Å Dicke für langsame Elektronen (0 bis 200 eV) untersucht. Dabei ergibt sich die „freie Durchlässigkeit" (Zahl der unbeeinflußt durchgelassenen Elektronen/Zahl der insgesamt aufgetroffenen Elektronen) nach weitgehender Ausschaltung von Fehlerquellen als unabhängig von der Energie der Primärelektronen. In Abhängigkeit von der Foliendicke folgt die freie Durchlässigkeit D_f dem Absorptionsgesetz

$$D_f = e^{-ad}$$

(a = Absorptionskoeffizient = $6{,}5 \cdot 10^5\,\mathrm{cm}^{-1}$, d = Foliendicke). Die „Gesamtdurchlässigkeit" (freie Durchlässigkeit, vermehrt um die in der Folie ausgelösten und rückseitig austretenden Sekundärelektronen) zeigt einen kontinuierlichen Anstieg mit Zunahme der Elektronengeschwindigkeit entsprechend der zunehmenden Sekundärelektronenauslösung in der Folie. Messungen bei verschiedenen Elektronenintensitäten und an verschiedenen Folien gleicher Dicke führen zu übereinstimmenden Ergebnissen.

Im Gegensatz zu den bisherigen Deutungen kann die überraschend hohe Durchlässigkeit der Silberfolien für langsame Elektronen mit Hilfe des inzwischen entwickelten Elektronenmikroskops auf kleine Löcher von etwa 1000 Å zurückgeführt werden, die gleichmäßig über die gesamte Folienfläche verstreut sind. Die Lochfläche ist im Verhältnis zur Gesamtfolienfläche gleich der gemessenen freien Durchlässigkeit, folgt also ebenfalls dem Absorptionsgesetz. Bei Variation der Foliendicke ändert sich nur die Zahl, nicht aber die Größe der Löcher.

Neben diesen kleinen Löchern werden in etwa gleicher Ausdehnung und Verteilung „dünne Stellen" beobachtet, die für die schnellen Elektronen des Elektronenmikroskops eine gewisse Durchlässigkeit zeigen. Ein Durchgang auch von langsamen Elektronen durch diese Stellen ist aber auf Grund der Meßergebnisse unwahrscheinlich. Während der visuellen Beobachtung im Elektronenmikroskop tritt keine Änderung der Folienstruktur auf, sie wird also durch Elektronenbeschuß nicht wesentlich beeinflußt.

Es kann gezeigt werden, daß die von Katz erzielten, beträchtlich höheren Durchlässigkeiten sehr wahrscheinlich auf eine größere Löcherigkeit seiner Folien, eventuell nach Änderung der Folienstruktur infolge kurzzeitiger Einwirkung von Quecksilberdampf, zurückzuführen sind. Seine sonstigen abweichenden Ergebnisse können elektronenoptisch erklärt und auch mit der hier verwendeten Versuchsanordnung bei entsprechender Potentialverteilung befriedigend reproduziert werden.

Die Untersuchungen sind 1952/53 im Rahmen einer Diplom-Arbeit im Physikalischen Institut der Technischen Universität Berlin durchgeführt worden. Herrn Professor Dr. C. Ramsauer und Herrn Dr. H. Thiel danke ich für Anregung und Betreuung der Arbeit, Herrn Dipl.-Ing. E. Krämer für die elektronenmikroskopischen Aufnahmen. Eine ausführliche Darstellung der Untersuchungsergebnisse folgt in Kürze an anderer Stelle.

Physikalisches Institut der Technischen Universität Berlin-Charlottenburg. Walter Berger.

Eingegangen am 14. Januar 1954.

[1]) Katz, H.: Ann. Physik (5) **33**, 160, 169 (1938).
[2]) Katz, H.: Z. techn. Physik **18**, 555 (1937).

Über den Einfluß des „Quarzwindes" auf Ultraschalleistungsmessungen.

Auf Grund einer früheren Beobachtung bei der schlierenoptischen Untersuchung von Folien für Bildwandlerzwecke[1]), welche das Auftreten einer Gleichströmung, des sog. Quarzwindes, nicht nur vor, sondern auch hinter schalldurchlässigen Membranen ergeben hatte, wurde die Vermutung ausgesprochen[2]), daß diese Strömung im Einklang mit der Eckartschen Theorie[3]) grundsätzlich mit jedem Schallfeld endlicher Amplitude verbunden sei und infolgedessen auch durch Einschalten einer strömungsundurchlässigen, aber schalldurchlässigen Membran vor dem Schallgeber nicht unterdrückt werden könne, da sich hinter der Folie ein sekundäres Schallfeld und somit auch ein Strömungsfeld aufbauen müsse; die allgemein verbreitete Schalleistungsmessung mit Hilfe des Strahlungsdruckes, bei der man versucht, die Strömung vom druckanzeigenden System durch eine Membran fernzuhalten, enthalte daher einen systematischen Fehler.

Im Verlaufe von Arbeiten zur Entwicklung eines absolut messenden Ultraschalleistungsmessers konnte diese Vermutung bestätigt werden. Die Untersuchungen wurden an einem horizontalen Schallfeld in einem mit Kulissenabsorbern rückwirkungsfrei gemachten Wassertrog von 90 Litern Inhalt vorgenommen. Die für Zwecke der Therapie interessante 800 kHz

Schallfrequenz wurde um ± 40 kHz gewobbelt, um stehende Wellen vor der verwendeten Pendelstrahlungsdruckwaage auszuschließen. Die von ECKART[3]) berechnete Verteilung der Strömungsgeschwindigkeit senkrecht zur Schallfeldachse wurde durch einen entsprechend orientierten Fransenvorhang aus Acetatfolie sichtbar gemacht und qualitativ bestätigt. Die quantitative Ausmessung des über den Schallfeldquerschnitt gemittelten BERNOULLIschen Staudruckes erfolgte mit Hilfe einer schalldurchlässigen, ringförmig gefaßten Acetatfolie von 20 μ Stärke, deren Ausschlag elektromagnetisch kompensiert wurde. Der Staudruck zeigte einen praktisch linearen Zusammenhang mit der Schallintensität und, übereinstimmend mit den von CADY und GITTINGS[4]) inzwischen bestätigten theoretischen Erwägungen von BORGNIS[5]), ein wenn auch nicht streng exponentielles Anwachsen mit zunehmendem Abstand von der Schallquelle, während der Strahlungsdruck die bekannte, in erster Näherung exponentielle Abnahme aufwies. Der Staudruck in unmittelbarer Nähe (0,5 cm) des Schallgebers betrug dabei etwa 70% desjenigen bei 30 cm Abstand. Gleiche Resultate ergaben sich naturgemäß, wenn an Stelle des Schallgebers eine beschallte, durchlässige Perlonfolie benutzt wurde. Im Einklang mit diesem Befund verursachte die Anordnung einer solchen Folie vor bzw. hinter der Meßfolie eine Verkleinerung bzw. Vergrößerung des Staudruckes, während nach Einbringen eines Reflektors hinter der Meßfolie eine Verringerung des Ausschlages entstand, da die von diesem rückwärts gerichtete Strömung die Verkleinerung des Strömungsrückstoßes auf die Folie überwiegt. Der für Schallintensitätsmessungen allein interessierende Strahlungsdruck wurde in der Weise gemessen, daß von der mit Hilfe eines Reflektors an Stelle der gleich großen Meßfolie bestimmten Summe von Strahlungs- und Staudruck derjenige Betrag subtrahiert wurde, der sich aus Extrapolation der bei verschiedenem Abstand zwischen Reflektor und Meßfolie ermittelten Werte des Staudruckes auf die Folie ergab. In gleicher Weise wurde die Abhängigkeit des Staudruckes vom Einfallswinkel des Schallstrahles auf die Meßfolie bzw. den Reflektor bei verschiedenen Randbedingungen untersucht.

In summa zeigte sich, daß

1. die Strömung erwartungsgemäß stark von den Schallfelddimensionen abhängt,

2. unter bestimmten Bedingungen, wahrscheinlich infolge Kavitation und anschließender Wirbelbildung, der Staudruck schwellenartig auf den mehrfachen Wert (!) anwächst,

3. durch Vorschalten einer strömungsabschirmenden Folie der Staudruck nur um wenige Prozent reduziert werden kann,

4. der durch den Staudruck verursachte Fehler in der Strahlungsdruckmessung je nach den Randbedingungen etwa 3 bis 25% des richtigen Wertes beträgt, also grundsätzlich nicht vermeidbar ist.

Die Ermittlung der Schallintensität aus dem Strahlungsdruck in der bisher üblichen Weise erscheint daher für präzise Messungen ungeeignet.

Ultraschallaboratorium des Deutschen Amtes für Maß und Gewicht, Berlin.

G. SPENGLER.

Eingegangen am 2. Januar 1954.

[1]) SPENGLER, G.: Nachrichtentechn. 3, 399 (1953).
[2]) SPENGLER, G.: Diskussionsbeitrag auf der Ultraschalltagung in Gatersleben am 23./24. Juli 1953.
[3]) ECKART, C.: Physic. Rev. 73, 68 (1948). Siehe auch MARKHAM, J. J.: Physic. Rev. 86, 497 (1952).
[4]) CADY, W. G., u. C. E. GITTINGS: J. Acoust. Soc. Amer. 25, 892 (1953).
[5]) BORGNIS, F. E.: J. Acoust. Soc. Amer. 25, 546 (1953).

Über die Temperaturabhängigkeit der Verfestigung von Al-Einkristallen.

Bei Untersuchungen über die Verfestigung von Al-Einkristallen höchster Reinheit im Dehnversuch, einmal bei 21°C, das andere Mal bei der Temperatur der flüssigen Luft, wurde festgestellt, daß im Rahmen der Meßgenauigkeit für mittlere Orientierungen im ersten Gebiet des „easy glide" (s. Fig. 1, Teil A) die Verfestigung für beide Temperaturen die gleiche bleibt, während in dem daran anschließenden Teil (s. Fig. 1, Teil B) die Verfestigung bei tiefer Temperatur wesentlich größer ist als bei höherer. Die Verfestigung ist also im Gebiete ungestörterer Gleitung, maximal bis etwa 6% Abgleitung, athermisch, während sie von da an unter dem Einfluß größerer Gleitstörungen thermisch aktiviert ist. In Bestätigung mancher anderer Angaben scheinen also im Verlauf der Dehnung

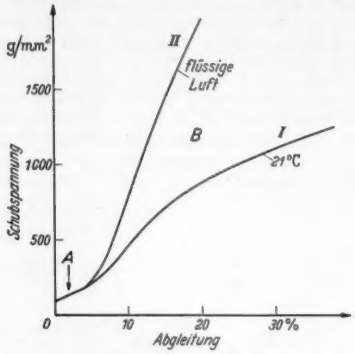


Fig. 1. Dehnung von Aluminium-Einkristallen. Abszisse: Abgleitung in %; Ordinate: Schubspannung in g/mm². I Temperatur 21°; II Temperatur der flüssigen Luft.

zwei verschiedene Gleitmechanismen vorzuliegen, die die Verfestigung in der Weise, wie die Fig. 1 zeigt, beeinflussen.

Institut für Metallkunde der Universität Göttingen.

K. LÜCKE und W. STAUBWASSER.

Eingegangen am 1. Dezember 1953.

Röntgenographische Untersuchungen über Biege-Eigenspannungen in Eisen.

In einer früheren Veröffentlichung konnte von den Verfassern[1]),[2]) gezeigt werden, daß sich in plastisch gerecktem Eisen Eigenspannungen II. Art entwickeln, die sich in einer Linienverschiebung der Rückstrahlaufnahme äußern und die durch eine Theorie von GREENOUGH[3]) befriedigend erklärt werden. Wie auch schon von GREENOUGH[4]) an Eisen festgestellt worden ist, findet man an plastisch gereckten Proben bei Senkrechteinstrahlung mit Co-$K\alpha$-Strahlung eine Stauchung und mit Cr-$K\alpha$-Strahlung eine bleibende Dehnung in Probenrichtung. Diese Unterschiede werden dadurch verursacht, daß in den beiden Fällen der Mittelwert der Eigenspannungen über verschieden orientierte Kristallite gemessen wird. HAUK[5]) hat ähnliche Ergebnisse an Stahl beobachtet, mit dem Unterschied, daß den Eigenspannungen II. Art noch solche I. Art überlagert sind.

Im folgenden soll über eine Überlagerung der Eigenspannungen I. Art durch Biegebeanspruchung und der Eigenspannungen II. Art durch die Orientierungsabhängigkeit der Streckgrenzen berichtet werden. Die Eigenspannungsverteilung über der Querschnittshöhe eines Biegestabes ist früher bereits von BOLLENRATH, HAUK und OSSWALD[6]) und BÖKLEN und GLOCKER[7]) an Stählen sowie von BOLLENRATH und HAUK[8]) an Gußeisen bestimmt worden. In beiden Fällen wurde eine zur neutralen Faser unsymmetrische Eigenspannungsverteilung gefunden. Außerdem war nicht die Bedingung erfüllt, daß das Moment der gemessenen Eigenspannungen in bezug auf die neutrale Faser verschwindet, wie es bei einem völlig entlasteten Biegestab zu erwarten wäre. Dies ist, wie im folgenden gezeigt werden soll, eine Folge davon, daß mit den durch eine plastische Biegespannung entstehenden Eigenspannungen I. Art unvermeidlich auch solche II. Art auftreten.

Der Probestab aus reinem Eisen (weniger als 0,1% Verunreinigungen) hatte die Abmessungen $340 \times 20{,}5 \times 10$ mm. Er wurde $^1/_2$ Std über den A_3-Punkt im Vakuum erhitzt und abgeschreckt. Eine Spannungsfreiglühung von 2 Std bei 650° C schloß sich an. Die Verformung erfolgte durch Belastung mit 250 kg in der Mitte des Stabes, der Abstand der Auflagerrollen betrug 31 cm. Nach der Entlastung wurden die Eigenspannungen längs des Querschnittes röntgenographisch bei Senkrechteinfall bestimmt.

In der Fig. 1 sind die mit Co-$K\alpha$- und Cr-$K\alpha$-Strahlung ermittelten Eigenspannungen über der Querschnittshöhe auf-

getragen. Es wurde dabei die bereits mehrfach untersuchte elastische Anisotropie berücksichtigt. Daher stimmen im rein *elastisch* verformten inneren Teil die mit beiden Strahlungen ermittelten Eigenspannungen befriedigend überein. Dagegen treten in den äußeren *plastisch* verformten Teilen erhebliche Abweichungen auf. Letztere lassen sich aber durch eine Überlagerung mit Eigenspannungen II. Art erklären. Wie schon oben erwähnt, wurde bei reinen Zugbeanspruchungen[2],[4]) mit Co-Strahlung eine Kompression und mit Cr-Strahlung eine reine Dehnung gefunden. In der Hälfte des Probestabes, die während der Verformung unter Zug stand, werden sich diese Eigenspannungen den reinen durch die Biegeverformung entstandenen Eigenspannungen I. Art überlagern. Analog mit entgegengesetztem Vorzeichen liegen die Verhältnisse auf der Druckseite. Man erkennt ohne weiteres, daß bei den Messungen mit Co-Strahlung das Moment der äußeren Zonen in bezug auf die neutrale Faser größer ausfällt als das entsprechende Moment der inneren, elastisch verformten Zonen. Der umgekehrte Fall liegt bei den Messungen mit Cr-Strahlung vor. Da aus früheren Messungen[2],[4]) das Verhältnis der Eigenspannungen mit Co- und Cr-Strahlung bekannt ist, kann man die

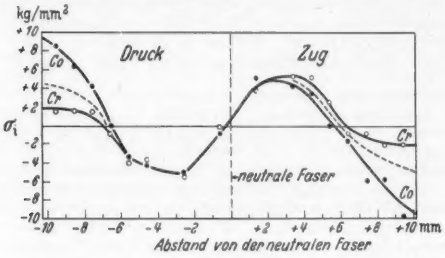


Fig. 1. Eigenspannungen in Abhängigkeit von der Querschnittshöhe an plastisch gebogenem Eisen. ● Ermittelt aus Co-Strahlung; ○ ermittelt aus Cr-Strahlung.

Eigenspannungsverteilung konstruieren (gestrichelte Kurve in Fig. 1), die sich durch reine Eigenspannungen I. Art ergeben würde. Das Moment der plastisch verformten Teile weicht dann von dem der elastisch verformten nur noch um 10% ab. Im Rahmen der Meßgenauigkeit ist also die Bedingung des verschwindenden Momentes erfüllt. Außerdem ist bei reinem Eisen die Verteilung der Eigenspannungen in bezug auf die neutrale Faser symmetrisch. Diese Untersuchung zeigt also, daß bei Überlagerung von Eigenspannungen II. Art stets Spannungsmessungen mit verschiedenen Strahlungen durchgeführt werden müssen, um eine genaue Analyse der Spannungszustände zu ermöglichen.

Untersuchungen gleicher Art mit verschiedenen Strahlungen an Stählen sind in Vorbereitung.

Physikalisches Institut der Universität Münster i. Westf.

EUGEN KAPPLER und LUDWIG REIMER.

Eingegangen am 18. Dezember 1953.

[1]) KAPPLER, E., u. L. REIMER: Naturwiss. **40**, 360 (1953).
[2]) KAPPLER, E., u. L. REIMER: Z. angew. Physik **5**, 401 (1953).
[3]) GREENOUGH, G. B.: Proc. Roy. Soc [London], Ser. A **197**, 556 (1949).
[4]) GREENOUGH, G. B.: J. Iron a. Steel. Inst. **169**, 235 (1951).
[5]) HAUK, V.: Naturwiss. **40**, 507 (1953).
[6]) BOLLENRATH, F., V. HAUK u. OSSWALD: Z. Ver. dtsch. Ing. **83**, 129 (1939).
[7]) BÖKLEN, R., u. R. GLOCKER: Metallforsch. **2**, 304 (1947).
[8]) BOLLENRATH, F., u. V. HAUK: Naturwiss. **39**, 39 (1952).

Depolarisationseffekte in polykristallin gesintertem $BaTiO_3$.

Das polykristalline, dicht gesinterte $BaTiO_3$ zeigt im allgemeinen eine stark schwankende DK, deren Wert bei Zimmertemperatur zwischen 1300 und 1800 angegeben wird. Es konnte nun ein starker Einfluß der Kristallitgröße auf die DK im tetragonalen Bereich festgestellt werden. Durch Hemmung des Kristallitwachstums beim Sintern und Begrenzung der mittleren Kristallitgröße auf weniger als 1 μ konnte die DK im tetragonalen Bereich ohne Verschiebung des CURIE-Punktes auf über 3000 reproduzierbar heraufgesetzt werden. Mit wachsender Kristallitgröße sinkt sie wieder auf die bisher bekannten Werte zurück. — Dieser Kristallitgrößeneffekt im tetragonalen Modifikationsbereich dürfte im Zusammenhang mit der Ausbildung der permanenten Polarisation stehen. Es wird vermutet, daß an den Grenzflächen der in willkürlicher gegenseitiger Orientierung ihrer Domänen miteinander versinterten Kristallite Flächenladungen mit polarisationserniedrigender Wirkung und elastische Verspannungen der nicht frei wachsenden Kristallite mit gleicher Wirkung auftreten. Beide Wirkungen treten um so mehr in Erscheinung, je kleiner die Kristallite sind, und äußern sich auch in der Veränderung aller anderen mit der permanenten Polarisation gekoppelten Erscheinungen: Die Gleichfeldabhängigkeit der DK ist um den Faktor 2 herabgesetzt, die Hystereseschleife weniger weit geöffnet, die Elektrostriktion deutlich verkleinert. (Ausführliche Veröffentlichung in der Zeitschrift für angewandte Physik.)

Mitteilung aus dem Werkstoff-Hauptlaboratorium der Siemens & Halske A.G., Karlsruhe i. Baden.

H. KNIEKAMP und W. HEYWANG.

Eingegangen am 6. Januar 1954.

Über anomal kleine Längen von Fadenmolekülen in Lösung.

Aus Messungen der Winkelabhängigkeit der Streulichtintensität haben wir bei Fadenmolekülen die Temperaturabhängigkeit der mittleren Länge $\sqrt{\overline{h^2}}$ bestimmt, und zwar in guten und schlechten Lösungsmitteln sowie auch in solchen, denen ein Fällungsmittel zugesetzt war. Bei diesen Untersuchungen traten, vor allem bei kleinen Konzentrationen des hochpolymeren Stoffes in einem Gemisch aus Lösungs- und Fällungsmittel erhebliche Unterkühlungen auf. Es zeigte sich, daß unterhalb des Ausfällpunktes die Fadenmoleküle sich viel stärker einknäuelen, als es für ein statistisches, aber kräftefreies Molekül möglich wäre. In dem Bereich, wo der zweite Virialkoeffizient Null oder nur schwach negativ ist, erhält man die mittlere Länge der Moleküle in einem „indifferenten" Lösungsmittel, d.h. ohne thermodynamische Wechselwirkung, also im ungestörten Zustand[1]). Unterhalb der Gleichgewichts-Entmischungstemperatur tritt dagegen infolge der innermolekularen Kräfte eine sehr beträchtliche, zusätzliche Einknäuelung des Moleküls ein. Als obere Grenze für diesen Durchmesser haben wir hier für ein Polystyrol vom Molekulargewicht $1{,}07 \cdot 10^6$ [2]) in einem System Toluol-Butanol, 51:49 Gew.-%, bei 52° C einen Wert von 300 Å[3]) gefunden. Das ist zufällig etwa der Wert, der sich bei völlig freier Drehbarkeit um jede C—C-Valenz ergeben würde. Da eine solche unmöglich ist, erkennt man unmittelbar die überragende Wirkung der innermolekularen Kräfte. Diese kommt auch in dem anomal großen, negativen zweiten Virialkoeffizienten B der unterkühlten Lösung zum Ausdruck, s. Tabelle 1. Man sieht, in welch weiten Grenzen bei konstantem Molekulargewicht die mittleren Längen und die zweiten Virialkoeffizienten mit der Temperatur und dem Lösungsmittel variieren können.

Tabelle 1. *Temperaturabhängigkeit der mittleren Längen $\sqrt{\overline{h^2}}$ und des zweiten Virialkoeffizienten B für Polystyrol PS-I-II-48, $M = 1070000$.*

Temp. [°C]	B [10^{-4} cm³ g⁻²]	$\sqrt{\overline{h^2}}$ [Å]
Im Gemisch Toluol-Butanol; 51:49 Gew.-%		
80	1,64	660
75	0,95	590
70	—0,12	500
65	—0,79	410
52	—	300
Im Gemisch Toluol-Butanol; 62,5:37,5 Gew.-%		
80	0,91	840
30	—0,74	610
In reinem Toluol		
20	3,2	1090

Es ist sehr bemerkenswert, daß die von uns gefundenen Molekülabmessungen nicht viel größer sind als die Längen, welche SIEGEL, JOHNSON und MARK[4]) für einzelne, aus extrem verdünnten Lösungen völlig eingetrocknete Polystyrolmoleküle im Elektronenmikroskop beobachtet haben. Man sieht,

daß noch in der Lösung und bei Konzentrationen, die um Größenordnungen höher liegen als die von MARK und Mitarbeitern benutzten, die innermolekularen Kräfte zu ungewöhnlichen Einknäuelungen führen können.

Hannover, Physikalisch-Chemisches Institut der Technischen Hochschule.

H. G. FENDLER, W. HUSMANN und H. A. STUART.

Eingegangen am 24. Dezember 1953.

[1]) Vgl. z.B. STUART, H. A.: Physik der Hochpolymeren, Bd. II, „Das Makromolekül in Lösungen", Kap. XIV, „Über die Form und innere Beweglichkeit von Fadenmolekülen in Lösung". Berlin: Springer 1953.

[2]) Vom Polytechnic Institute of Brooklyn verteiltes, internationales Standard-Präparat PS-I-II-48.

[3]) Da hier eine Messung der Konzentrationsabhängigkeit der Unsymmetrie unmöglich ist, wurde mit dem kleinsten, direkt gemessenen Wert des zweiten Virialkoeffizienten gerechnet. Da dessen Wert bei der Meßtemperatur sicher noch stärker negativ ist, sind in Wirklichkeit die Moleküllängen noch kleiner.

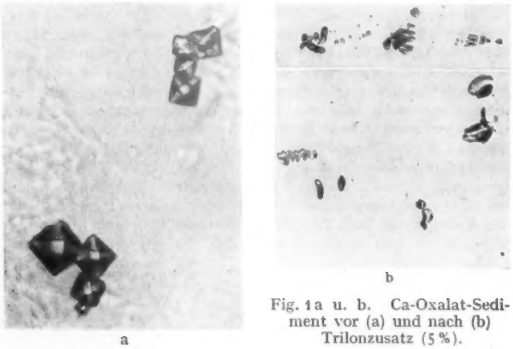
[4]) SIEGEL, JOHNSON u. MARK: J. Polymer. Sci. 5, 111 (1950).

Trilon und Harnkonkremente.

Zur Entfernung unerwünschter Metallverbindungen werden in der Textilindustrie die Metallionen in Form leicht löslicher Komplexe gebunden. Als Komplexträger werden verschiedene anorganische sowie unter organischen Verbindungen die Natriumsalze der Äthylendiamintetraessigsäure — Trilon (T) BASF —

Trilon-B.

verwendet. Die Substanz besitzt zwei basische N-Atome und vier Carboxylgruppen. SCHWARZENBACH und MOSER[1]) wiesen nach, daß z.B. beim Co^{III}- und Fe^{III}-Komplex alle 6 Gruppen als Koordinationspartner fungieren. Technisch wird T hauptsächlich zur Adsorption von Calcium benutzt, mit dem es ein



a b

Fig. 1a u. b. Ca-Oxalat-Sediment vor (a) und nach (b) Trilonzusatz (5%).

Chelat bildet. Diese Calciumäthylendiamintetraessigsäure ist in Form des Natriumsalzes auch zur Calciumtherapie eingeführt. Die Komplexbindung des Ca zeigt sich hier schon bei der Injektion, indem die für die üblichen Calciumverbindungen typischen Sensationen — wie das Hitzegefühl — nicht auftreten. Dem entspricht auch die schwere Fällbarkeit dieser Verbindung mit Ammoniumoxalat im Gegensatz zu den anderen Präparaten. Daß aber trotzdem Calcium, wenn auch langsam, freigesetzt wird, beweist der von BERSIN und SCHWARZ[2]) festgestellte Calciumeffekt: Hemmung der Citrat-, Phosphat-, Magnesium- und Procainintoxikationen.

Da der Ca-Komplex des T eine gute Löslichkeit zeigt, ergab sich in Analogie zur technischen Verwendung die Frage, inwieweit T zur Lösung von Ca-Oxalat bzw. anderer Ca-haltiger Verbindungen im ableitenden Harnsystem geeignet ist. Die Brauchbarkeit des Prinzipes war vor der klinischen Prüfung durch in vitro Versuche zu klären. Ein Ca-Oxalat-Sediment wurde in physiologischer NaCl-Lösung aufgeschwemmt. Davon dienten 2 cm³ als Kontrolle, dem Rest wurde soviel T in Substanz zugesetzt, daß eine 5%ige Lösung entstand, deren p_H auf 7,5 eingestellt wurde. Nach Zentrifugieren beider Ansätze wurden im Gegensatz zur Kontrolle im Versuchsansatz keine Ca-Oxalat-Kristalle, sondern nur noch vereinzelte Trümmer gefunden (Fig. 1).

Für eine eventuelle klinische Anwendung wurde einer zweiten Versuchsserie außer T noch das Oberflächenanästhetikum D-0-9 (Dodekanol mit 9 Polyäthylenoxydresten) zugegeben, ohne daß die Befunde sich änderten.

Hautklinik der Universität Köln (Leitung: Prof. Dr. J. VONKENNEL).

M. SCHOOG.

Eingegangen am 3. Dezember 1953.

[1]) SCHWARZENBACH, G., u. P. MOSER: Helv. chim. Acta 36, 581 (1953).

[2]) BERSIN, TH., u. H. SCHWARZ: Schweiz. med. Wschr. 1953, 765.

Günstige Lösungsmittelkombination für zweidimensionale Papierchromatographie von Aminosäuren *).

Bei unseren Versuchen, durch zweidimensionale Papierchromatographie eine gute Trennung von Aminosäuren aus Mycelhydrolysaten und Extrakten zu erzielen, fanden wir folgende Lösungsmittelkombination am besten geeignet:

1. Dimension: Butanol:Eisessig:Wasser (40:10:50)[1]);
2. Dimension: a) α-Picolin:Eisessig:Wasser (75:2:23),
   b) α-Picolin:Pyridin:Wasser (72:5:23).

α-Picolin wurde zuerst von DECKER und RIFFART[2]), [3]) in der Mischung Picolin:Wasser (60:40) und Picolin:Ammoniak:Wasser (60:38:2) besonders auch als Ersatz für s-Collidin[1]) empfohlen (niedriger Preis). Uns kam es darauf an, ein Lösungsmittelpaar zu verwenden, welches hohe Trennwirkung, größtmögliche Unempfindlichkeit gegen Begleitstoffe und niedrigen Preis auf sich vereinigt. Gegenüber Phenol mit seinen verschiedenen Nachteilen[2]) und Unannehmlichkeiten zeigt unseren Erfahrungen nach das PARTRIDGE-Gemisch als erste Dimension, auch bei Hydrolysaten mit Begleitstoffen und bei Trennung großer Substanzmengen, zur Auffindung

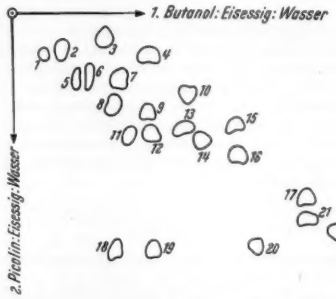


Fig. 1. Trennwirkung der Lösungsmittelkombination 1. und 2a. Skizze nach Photo. *1* Cystein; *2* Lysin; *3* Asparaginsäure; *4* Glutaminsäure; *5* Histidin; *6* Arginin; *7* Glykokoll; *8* Serin; *9* Sarkosin; *10* β-Alanin; *11* Oxyprolin; *12* Threonin; *13* α-Alanin; *14* Prolin; *15* γ-Aminobuttersäure; *16* α-Aminobuttersäure; *17* Valin; *18* Glucosamin; *19* Dioxyphenylalanin**); *20* Tyrosin; *21* Methionin; *22* Tryptophan; *23* Phenylalanin; *24* Isoleucin; *25* Leucin.

anteilmäßig kleiner Mengen bestimmter Aminosäuren hohe Trennschärfe und klare Flecke selbst bei großen R_f-Werten. Diese Vorteile gegenüber Phenol haben auch die unter 2a) u. b) genannten Picolin-Gemische. Der Pyridinzusatz an Stelle von Eisessig bewirkt, daß Lysin, Arginin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, β-Alanin und γ-Aminobuttersäure gegenüber den anderen Aminosäuren kleinere R_f-Werte zeigen, was in bestimmten Fällen als Differentialdiagnose von Bedeutung ist. Picolin-Ammoniak-Gemische bewährten sich bei unseren Versuchen nicht.

In der ersten Dimension arbeiteten wir stets vorteilhaft mit Durchlaufchromatogrammen (Durchlaufzeit etwa 30 Std

*) Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für weitgehendste Unterstützung.

**) Zeigte in anderen Chromatogrammen in der ersten Dimension größere R_f-Werte.

bei 17° C; Papier: Schleicher & Schüll 2043b), welche in Anlehnung an die bei CRAMER[4]) beschriebene Auszackung unseren Erfahrungen nach am besten zu etwa 1 cm langen Zähnchen ausgeschnitten wurden.

Institut für Mikrobiologie der Universität Göttingen.

Eingegangen am 5. Oktober 1953. N. PFENNIG.

[1]) PARTRIDGE, S. M.: Biochemic. J. **42**, 238 (1948).
[2]) DECKER, P., u. W. RIFFART: Chemiker-Ztg. **74**, 261 (1950).
[3]) DECKER, P., W. RIFFART u. G. OBERNEDER: Naturwiss. **38**, 288 (1951).
[4]) CRAMER, F.: Papierchromatographie, 2. Aufl. Weinheim/Bergstr.: Verlag Chemie 1953.

Über die papierchromatographische Trennung und Bestimmung von Mutterkornalkaloiden.

Ein papierchromatographisches Verfahren zur Abtrennung der wasserlöslichen von den wasserunlöslichen Alkaloiden des Mutterkorns wurde von FOSTER, MACDONALD und JONES angegeben[1]). Mit dem Lösungsmittelgemisch n-Butanol:Eisessig:Wasser (4:1:5) konnten sie gleichzeitig eine Trennung des linksdrehenden Ergometrins von seinem rechtsdrehenden Isomeren Ergometrinin erzielen, eine Aufspaltung der Gruppe der wasserunlöslichen Alkaloide trat jedoch nicht ein. Später wurden auf gepuffertem[2]) und mit Silikonen vorbehandeltem Papier[3]) einige wasserunlösliche Einzelalkaloide voneinander getrennt, doch ist bis jetzt kein analytisches Verfahren bekannt geworden, welches eine Trennung der linksdrehenden wasserunlöslichen Alkaloide von ihren physiologisch wenig wirksamen rechtsdrehenden Isomeren in einer Mischung sämtlicher Mutterkornalkaloide gestattet.

In Mischungen von Ergometrin, Ergometrinin, Ergotamin, Ergotaminin, Ergosin, Ergosinin, Ergocristin, Ergocristinin, Ergocornin, Ergocorninin, Ergokryptin und Ergokryptinin, wie sie im Mutterkorn und seinen Zubereitungen, einschließlich der Rohalkaloide und daraus hergestellter Präparate, vorliegen können, ermöglicht das folgende papierchromatographische Verfahren die Bestimmung sämtlicher Alkaloide.

Die Trennung erfolgt auf mit Formamid, das 4% Benzoesäure enthält, imprägniertem Whatman-Papier Nr. 1 nach der absteigenden Methodik. Die optimale Menge Formamid, das zweckmäßig in einem leichtflüchtigen Lösungsmittel gelöst wird, beträgt 0,5 g pro dm^3. Mit dem Lösungsmittelgemisch Tetrachlorkohlenstoff:Chloroform:Benzol (7:2:1) werden die folgenden, an ihrer intensiven Fluoreszenz im UV-Licht leicht erkennbaren Alkaloidflecke erhalten (in der Reihenfolge steigender Wanderungsgeschwindigkeit):

I. Ergometrin + Ergometrinin [nicht gewandert, getrennt nach [1]) bestimmbar]. — II. Ergotamin. — III. Ergosin. — IV. Ergotaminin. — V. Ergosinin. — VI. Ergocristin + Ergocornin. — VII. Ergokryptin. — VIII. Ergocristinin + Ergocorninin. — IX. Ergokryptinin.

Die Chromatogramme können nach einem früher von uns angegebenen Verfahren[4]) quantitativ ausgewertet werden. Das Verhältnis der Alkaloide in den Fraktionen VI und VIII wird durch Säurehydrolyse der eluierten Alkaloide und anschließende quantitative Bestimmung der gebildeten Aminosäuren Valin (aus Ergocornin und Ergocorninin) und Phenylalanin (aus Ergocristin und Ergocristinin) nach bekannten papierchromatographischen Methoden [siehe [5])] ermittelt.

Einzelne Reinalkaloide können nach dem obigen Verfahren durch direkten Vergleich mit der gleichen Menge eines authentischen Produktes rasch identifiziert werden. Unbekannte Alkaloidmischungen werden mit verschiedenen Mengen von „Leitmischungen" reiner Mutterkornalkaloide verglichen, da die Wanderungsgeschwindigkeit der einzelnen Alkaloide in Mischungen von der Menge der einzelnen Bestandteile beeinflußt wird.

Experimentelle Einzelheiten sowie Vorversuche und theoretische Überlegungen, die zur Ausarbeitung dieser Methode führten, werden an anderer Stelle veröffentlicht werden.

Pharmakognostisches Institut der Universität Wien.

M. PÖHM und L. FUCHS.

Eingegangen am 12. Dezember 1953.

[1]) FOSTER, G. E., J. MACDONALD u. T. S. G. JONES: J. Pharmacy Pharmacol. **1**, 802 (1949).
[2]) BRINDLE, H., J. E. CARLESS u. H. B. WOODHEAD: J. Pharmacy Pharmacol. **3**, 793 (1951).
[3]) TYLER, V. E., u. A. E. SCHWARTING: J. Amer. Pharmac. Assoc., Sci. Ed. **41**, 354 (1952).
[4]) PÖHM, M., u. L. FUCHS: Naturwiss. **40**, 244 (1953).
[5]) FUCHS, L., u. M. PÖHM: Scientia pharmac. **19**, 232 (1951).

Über ein chromatographisches Verfahren zur optischen Aktivierung von Razematen.

In einer Reihe von Veröffentlichungen werden Versuche zur Trennung von Razematen auf chromatographischem Wege an optisch aktiven Adsorbentien beschrieben[1]). Man versuchte dabei in neuerer Zeit, das Adsorbens dem zu trennenden Stoff anzupassen[2]). Es blieb aber entweder die Trennwirkung oder die Adsorptionskraft gering. Kürzlich aber zeigten N. GRUBHOFER und L. SCHLEITH[3]), daß eine fast quantitative Spaltung von d,l-Mandelsäure an einem Kunstharzaustauscher (Amberlit XE 64) möglich ist, in den Chinin eingebaut ist.

Wählt man als Adsorptionsmittel Stärke und führt in den zu aktivierenden Stoff polare Gruppen wie OH, NH_2, COOH, SO_3H usw. ein, die mit den Hydroxylgruppen der Stärke in Wechselwirkung treten, paßt also den zu adsorbierenden Stoff dem Adsorbens an, so erhält man eine gute Adsorption und gleichzeitig zwar keine quantitative, aber eine ausreichende Trennung. Eine Triäthylendiamin-Kobalt-3-chlorid-Lösung ließ sich an der 125fachen Menge Stärke in einem Durchlaufchromatogramm zu 10% aktivieren, wobei die Aktivierung der ersten Fraktion 32% betrug.

Nach diesem Verfahren wurde eine Reihe von Kobaltkomplexen, deren Spaltung nach den bisher üblichen Methoden nicht bzw. nur schwer möglich gewesen wäre, aktiviert. Es wurden gleichzeitig die Razemisierungsgeschwindigkeiten gemessen. Die Tabelle 1 zeigt deutlich, daß Kobaltkomplexe mit Nebenvalenzviererringen leicht razemisieren. Die verminderte Stabilität dieser Komplexe ist sicher auf sterische Spannungen zurückzuführen.

Tabelle 1. *Aktivierte Komplexsalze und deren Razemisierungsgeschwindigkeiten.*

Komplexsalz	Halbwertzeit	Temperatur
Triäthylendiamin-Kobalt-3-bromid $[Co\,en_3]Br_3$	12 Std	120°
Triglycin-Kobalt $[Co(H_2N \cdot CH_2 \cdot COO)_3]$	etwa 2 Std	100°
Kobalt-isoäthionylxanthogensaures Kalium $[Co\{S_2C \cdot O \cdot (CH_2)_2 \cdot SO_3\}_3]K_3$	7 Tage	Zimmertemperatur
Kobalt-metoldithiocarbaminat $[Co(S_2C \cdot NCH_3 \cdot C_6H_4OH)_3]$	4 Tage	Zimmertemperatur
Kobalt-1-bornylxanthogenat $[Co(S_2C \cdot O \cdot C_{10}H_{17})_3]$	etwa 2 Std	60°

Für die Trennung von diastereomeren Formen kann ein inaktives Adsorbens benutzt werden[4]). So ließ sich das Kobalt-l-Bornylxanthogenat an Aluminiumoxyd spalten.

Chemisches Institut der Universität Bonn.

H. KREBS und R. RASCHE.

Eingegangen am 15. Januar 1954.

[1]) Vgl. z. B. WILLSTÄTTER, R.: Ber. Deutsch. Chem. Ges. **37**, 3758 (1904). — HENDERSON, G. M., u. H. G. RULE: Nature [London] **141**, 917 (1938). — PRELOG, V., u. P. WIELAND: Helv. chim. Acta **27**, 1127 (1944).
[2]) CURTI, R., u. U. COLOMBO: J. Amer. Soc. **74**, 3961 (1952).
[3]) GRUBHOFER, N., u. L. SCHLEITH: Naturwiss. **40**, 508 (1953).
[4]) Vgl. DOUMANSKI, A., u. A. JAKOWIEFF: Bull. Soc. chim. France **43**, 969 (1928). — STOLL, A., u. A. HOFMANN: Hoppe-Seylers Z. **251**, 155 (1938).

Polarographische Bestimmung von γ-HCH in Gegenwart von DDT.

γ-HCH (Hexachlorcyclohexan) wird neuerdings oft im Gemisch mit pp'-DDT (Dichlordiphenyltrichloräthan) in der Schädlingsbekämpfung verwendet, da man bei dieser Insektizidkombination eine günstige biologische Wirksamkeit feststellen konnte. Am zweckmäßigsten erwiesen sich dabei Mischungen, in denen DDT anteilmäßig stark überwiegt. Bei der analytischen Kontrolle von Wirkstoffgemischen sowie von Fertigerzeugnissen ist es von Wichtigkeit, quantitativ das insektizid wirksame γ-Isomere des HCH zu erfassen, da bei der technischen Herstellung der Gehalt an γ-HCH im Gemisch mit den anderen Isomeren abhängig von der Anreicherung starken Schwankungen unterworfen sein kann, während der

Gehalt an pp'-DDT im technischen Wirkstoff ziemlich gleichmäßig bei 70 bis 77% liegt.

Bisher beschriebene Methoden[1],[2]) gestatten, aus der Menge abgespaltenen Chlorwasserstoffs indirekt auf die vorhandenen Mengen DDT und HCH zu schließen, da sich unter bestimmten Bedingungen aus einem Mol DDT ein Mol HCl und aus einem Mol HCH 3 Mol HCl durch Verseifung abtrennen lassen. Erfaßt wird hierbei allerdings das Gesamt-HCH, also nicht das aktive γ-Isomere allein. Polarographisch lassen sich pp'-DDT[3]) und γ-HCH [s. Zusammenstellung bei [4])] zwar einzeln bestimmen, jedoch nicht nebeneinander, da die Mischung der Wirkstoffe eine gemeinsame polarographische Stufe zeigt. Eine Auswertung dieser Mischstufe ist prinzipiell möglich[5]), bereitet aber beträchtliche experimentelle Schwierigkeiten und ist für die laufende Kontrolle von Wirkstoffmischungen ungeeignet.

Auf Grund umfangreicher Studien des Verfassers gelang es, einen Weg zu finden, um auch in Gegenwart von beliebig großen Mengen DDT ein einwandfreies Polarogramm des γ-HCH allein zu erzielen. Prinzipiell wird dabei die verschiedene Löslichkeit von γ-HCH bzw. pp'-DDT ausgenutzt (Fig. 1) und die polarographische Aufnahme in einer etwa

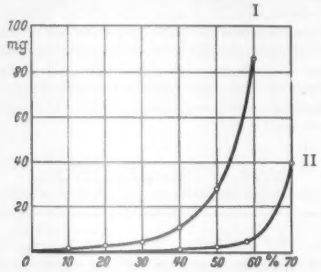


Fig. 1. Löslichkeit von γ-HCH (obere Kurve I) und pp'-DDT (untere Kurve II) in Äthanol-Wasser-Mischungen, bestimmt durch Trübungstitration. Bei 10,0 ml vorgelegtem Gemisch titriert mit 1%iger Wirkstofflösung. Abszisse: % Äthanol; Ordinate: mg Wirkstoff.

30% Äthanol enthaltenden Äthanol-Wasser-Mischung + LiOH — gepuffert mit Borsäure auf einen p_H-Wert von etwa 11,5 — als Grundlösung durchgeführt. Die Löslichkeit des DDT ist hierin derart herabgesetzt, daß nur noch die Andeutung einer polarographischen Stufe zu erkennen ist, während γ-HCH in dem für die Polarographie erforderlichen Konzentrationsbereich in Lösung bleibt und so eine Bestimmung zuläßt. Die Genauigkeit ist nicht geringer als bei einer üblichen polarographischen γ-HCH-Bestimmung.

Eine ausführliche Darstellung des Verfahrens, einschließlich einer Arbeitsanleitung zur Ausführung polarographischer γ-HCH-Bestimmungen in Gegenwart beliebiger Mengen DDT, wird demnächst an anderer Stelle gegeben.

Gütekontrollaboratorium des Fettchemie- und Fewa-Werkes VEB, Karl-Marx-Stadt (früher Chemnitz).

Eingegangen am 3. Dezember 1953. SIEGFRIED WOLF.

[1]) PERKOW, W.: Z. analyt. Chem. 134, 267 (1951).
[2]) WEBER, E.: Z. analyt. Chem. 135, 113 (1952).
[3]) KELLER, H., M. HOCHWEBER u. H. v. HALBAN: Helv. chim. Acta 29, 761 (1946).
[4]) WOLF, S., CH. MÜNSTER u. E. SARFERT: Z. analyt. Chem. 140, 25 (1953).
[5]) TAMAMUSHI, R., u. N. TANAKA: Rep. Rad. Chem. Res. Inst. Tokio Univ. 5, 41 (1950).

Bestimmung der spezifischen Aktivität des anorganischen Phosphats im Gewebe bei Untersuchungen mit Radiophosphor.

Bei Stoffwechseluntersuchungen mit Radiophosphor ist es oft notwendig, außer der spezifischen Aktivität der isolierten organischen Phosphatfraktionen die des anorganischen Phosphats zu bestimmen. Dabei ist es erforderlich, das freie Orthophosphat zu isolieren. Die geläufigen Fällungsreaktionen mit Mg-Mixtur, nach DELORY[1]) oder nach MATHISON[2]) erwiesen sich für diesen Zweck als unzureichend. Durch wiederholte Fällungen mit Trägerphosphat konnten einige Autoren[3]),[4]) das radioaktive anorganische Phosphat zwar in größerer Reinheit isolieren; doch blieben auch diese umständlichen Verfahren unbefriedigend, da das Präcipitat bis zu 20% adsorptiv gebundene organische Phosphate (vor allem labile ATP) enthalten kann[5]). In neuerer Zeit werden nun Phosphatester und freies Orthophosphat papierchromatographisch voneinander getrennt [6–11]). Diese Methoden erwiesen sich als geeignet, in einfacher Weise das Orthophosphat zur Zählrohrmessung zu isolieren, während die quantitative P-Analyse kolorimetrisch nach GOMORI[12]) erfolgte. Im einzelnen wurde dabei in folgender Weise vorgegangen: Die Fraktionierung des homogenisierten Gewebes erfolgte nach der SCHMIDT-THANNHAUSER-Methode[13]) in der Modifikation von LAVIK[14]). Von der mit eisgekühlter 10%iger Trichloressigsäure extrahierten sog. säurelöslichen Phosphatfraktion wurden aliquote Mengen zur P-Analyse verwandt. Weitere aliquote Mengen (meist 0,03 ml) wurden mit einer Mikropipette mit Kolbenaufsatz auf einen Papierstreifen (Schleicher & Schüll Nr. 2043b) aufgetragen; Durchmesser des „Startflecks" etwa 5 mm. Um später das anorganische Phosphat im Papierstreifen zuverlässig sichtbar machen zu können, wurden auf den „Startfleck" noch 0,005 ml einer 1,5%igen Na_2HPO_4-Lösung als Trägersubstanz hinzugegeben. Vor Beginn der aufsteigenden Papierchromatographie wurden die Streifen mindestens 12 Std in

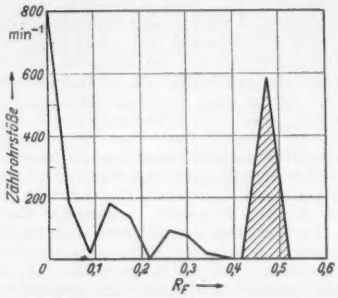


Fig. 1. Verteilung der Radioaktivität im Papierchromatogramm (Trichloressigsäureextrakt aus der Mäuseleber). Im schraffierten Bereich lokalisiert sich das anorganische Phosphat. Ordinate: Zählrohrstöße/min.

der Atmosphäre des zweiphasigen Lösungsmittels [Gemisch von tert. Butanol, Pikrinsäure, Isopropyläther und Ameisensäure nach HANES und ISHERWOOD[6])] gehalten und dann ohne Eröffnung des Gefäßes in das Lösungsmittel eingetaucht. Die Laufzeit betrug im allgemeinen 48 Std. Das Orthophosphat wurde durch Besprayen mit einer schwefelsauren Na-Molybdatlösung und einem Reduktionsmittel sichtbar gemacht (Blaufärbung); die Reagenzien waren die gleichen, wie sie zur kolorimetrischen P-Analyse verwandt wurden. Durch Ammoniakdämpfe ließ sich die Blaufärbung noch verstärken[15]). Da nur das freie Orthophosphat und nicht die Phosphatester interessieren, erübrigte sich die sonst angegebene Hydrolyse der organischen P-Verbindungen. Zur Zählrohrmessung wurde der „Fleck" aus dem Papier ausgeschnitten und getrocknet. Der Quotient gemessene Aktivität/mg P ergibt dann als Relativwert die gesuchte spezifische Aktivität[16]).

Kontrollversuche mit radioaktiven Gewebsextrakten ergaben, daß mit dem von uns verwendeten Lösungsmittel eine gute Abtrennung des Orthophosphats von den organischen P-Verbindungen erfolgt. Wie die Fig. 1 zeigt, hat das anorganische Phosphat den größten R_F-Wert und ist zugleich von den nächstgelegenen organischen P-Verbindungen relativ weit entfernt; dieser Befund entspricht den Angaben von HANES und ISHERWOOD[6]). Weitere Kontrollen mit nichtradioaktiven Gewebsextrakten unter Hinzugabe von radioaktivem Orthophosphat ergaben, daß sich nach der Papierchromatographie $93 \pm 0{,}5\%$ der ursprünglichen Aktivität innerhalb des blauen Fleckes wiederfanden. — Um das Ausmaß von Selbstabsorption und Rückstreuung der β-Teilchen[17]) durch das mit Radiophosphor durchsetzte Papier (Schleicher & Schüll Nr. 2043b) zu erfassen, wurden ergänzend gleiche Aktivitäten von P^{32} direkt in den von uns verwendeten Aluminiumschälchen gemessen. Dabei ergab sich, daß durch das Papier eine Steigerung der Ansprechwahrscheinlichkeit des Zählrohres um 12% erfolgte. Wenn die in der geschilderten Weise ermittelte spezifische Aktivität zu der spezifischen Aktivität anderer Phosphatfraktionen in Beziehung gesetzt werden soll, müssen daher Ausbeute des Papierchromatogramms und Rückstreuungseffekt (der für die jeweils benutzte Meßanordnung zu bestimmen ist) berücksichtigt werden.

Die zur Untersuchung erforderlichen Gewebsmengen betrugen 100 bis 300 mg bzw. 0,1 ml beim Serum. Auf diese Weise ist es möglich, an den Organen einer einzelnen Maus mehrere Parallelanalysen durchzuführen. Dabei erwies sich eine Dosis von 2 μC/g Körpergewicht als ausreichend für exakte Zählrohrmessungen (Ansprechwahrscheinlichkeit bei der benutzten Meßanordnung etwa 7% für P^{32}). Wesentlich ist, daß der Gewebsextrakt genügend konzentriert ist.

Die beschriebene Methode zeichnet sich durch große Einfachheit und Zuverlässigkeit aus und erlaubt zugleich das Arbeiten mit sehr geringen Gewebsmengen.

Die Untersuchungen wurden durchgeführt mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der wir für ihre Unterstützung danken möchten.

Institut für Medizinische Physik und Biophysik der Universität Göttingen.

RUPERT BACKMANN und EBERHARD HARBERS.

Eingegangen am 1. Dezember 1953.

[1]) DELORY, G. E.: Biochemic. J. 32, 1161 (1938).
[2]) MATHISON, G. C.: Biochemic. J. 4, 233 (1909).
[3]) ENNOR, A. H., u. H. ROSENBERG: Biochemic. J. 50, 524 (1952).
[4]) JEENER, R., u. D. SZAFARZ: Arch. of Biochem. 26, 54 (1950).
[5]) SACKS, J.: Arch. of Biochem. 30, 423 (1951).
[6]) BURROWS, S., F. S. M. GRYLLIS u. J. S. HARRISON: Nature [London] 170, 800 (1952).
[7]) COHEN, J. A., u. R. A. OOSTERBAAN: Chem. Weekbl. 1953, 308.
[8]) HANES, C. S., u. F. A. ISHERWOOD: Nature [London] 164 1107 (1949).
[9]) MORTIMER, D. C.: Canad. J. Chem. 30, 653 (1952).
[10]) WADE, H. E., u. D. M. MORGAN: Nature [London] 171, 529 (1953).
[11]) WALKER, D. G., u. F. L. WARREN: Biochemic. J. 49, XXI (1951).
[12]) GOMORI, G.: J. Labor. a. Clin. Med. 27, 955 (1941).
[13]) SCHMIDT, G., u. S. J. THANNHAUSER: J. of Biol. Chem. 161, 83 (1945).
[14]) LAVIK, P., H. HARRINGTON u. G. W. BUCKALOO: Western Res. Univ., Atomic Energy Med. Res. Proj., Unclass. Docum. NYO-1625, 1951. Ref. Ber. wiss. Biol., Abt. A 81, 246 (1953).
[15]) FLECKENSTEIN, A., E. GERLACH u. J. JANKE: Naturwiss. 40, 462 (1953).
[16]) HARBERS, E.: Klin. Wschr. (Im Druck.)
[17]) NERVIK, W. E., u. P. C. STEVENSON: Nucleonics 10, No. 3, 18 (1952).

Reine Actinomycine *).

Die in unserem Institut ausgearbeiteten Methoden zur präparativen[1]) und analytischen[2]) Trennung von Actinomycinen haben uns ermöglicht, zwei Aufgaben in Angriff zu nehmen, nämlich 1. zu prüfen, wieviele verschiedene Actinomycine von *Streptomyces*-Arten produziert werden und 2. diese Actinomycine rein darzustellen, um sie chemisch und biologisch näher zu charakterisieren.

Bei einer systematischen Untersuchung von 2066 Actinomyceten-Stämmen fanden wir 136 Stämme, die gelbe Farbstoffe bilden und unter diesen wiederum 21, die Actinomycine erzeugen. Diese 21 Stämme lassen sich der Natur ihrer Actinomycine nach in *drei* morphologisch und biologisch verschiedene Gruppen einteilen:

1. Actinomycin C[3]) bildende Stämme.
2. Actinomycin X[4]) produzierende Stämme.
3. Stämme, die ein von Actinomycin C und Actinomycin X verschiedenes Actinomycin hervorbringen, das in unserer letzten Mitteilung[5]) als Actinomycin aus Stamm Imme 797 und im folgenden kurz als Actinomycin I gekennzeichnet ist.

Actinomycin C haben wir durch fraktionierte Gegenstromverteilung[1]) in Actinomycin C_1, C_2 und C_3, sowie in eine noch nicht näher untersuchte Komponente (C_0) zerlegt. Aus Actinomycin X wurde in kleiner Menge Actinomycin X_1 und als Hauptkomponente Actinomycin X_2 abgetrennt[4]); drei andere in geringer Menge vorhandene Komponenten werden noch untersucht. Actinomycin I enthält als Hauptbestandteil Actinomycin I_1 und daneben sehr wenig Actinomycin I_0. Ob zwei weitere durch Verteilungschromatographie abgetrennte Komponenten neue Actinomycine sind, bleibt noch offen.

Ein Vergleich authentischer Proben[6]) von Actinomycin A[7]) und Actinomycin B[8]) mit unseren Actinomycinen hat ergeben, daß in den R_F-Werten, im Aminosäuregehalt und im Schmelzpunkt unser Actinomycin X mit Actinomycin B und unser Actinomycin I mit Actinomycin A übereinstimmt. Danach ist Actinomycin B ein Gemisch aus mindestens drei Komponenten, Actinomycin A dagegen kann ebenso wie unser Actinomycin I als praktisch einheitlich gelten.

Die wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften der sieben von uns in kristallisierter Form isolierten Actinomycine sind in der folgenden Tabelle 1 zusammengestellt. Fünf dieser Actinomycine, nämlich C_1, C_2, C_3, I_0 und X_2 sind mit Sicherheit verschieden.

Tabelle 1.
Physikalische und chemische Daten reiner Actinomycine.

Actinomycin	Kristallform	Schmelzpunkt[9])	Spezifische Drehung	Spezifische Extinktion (Methanol) 445 mμ	R_{C_2}-Wert[10])	Aminosäurebausteine
C_1	Hexagonale Bipyramiden oder sechskantige Säulen	241 bis 243°	$[\alpha]_D^{20} = -349°$ (± 10°)	20,5	0,72	Threonin Sarkosin Prolin Valin N-Methylvalin
C_2	desgl.	237 bis 239°	$[\alpha]_D^{19} = -325°$ (± 10°)	19,9	1,00	Threonin Sarkosin Prolin Valin N-Methylvalin Allo-isoleucin
C_3	desgl.	232 bis 235°	$[\alpha]_D^{19} = -321°$ (± 10°)	18,8	1,39	Threonin Sarkosin Prolin N-Methylvalin Allo-isoleucin
I_0	desgl.	242 bis 243°	$[\alpha]_D^{20} = -314°$ (± 10°)	20,5	0,49	wie I_1
I_1	desgl.	240,5 bis 242°	$[\alpha]_D^{20} = -353°$ (± 10°)	20,7	0,74	Threonin Sarkosin Prolin N-Methylvalin Valin
X_1	desgl.	240 bis 242°	$[\alpha]_D^{20} = -309°$ (± 10°)	17,4	0,53	Threonin Sarkosin Prolin N-Methylvalin Valin
X_2	Rhombische Plättchen	244 bis 246°	$[\alpha]_D^{19} = -341°$ (± 10°)	18,6	0,72	Threonin Sarkosin Prolin N-Methylvalin Valin

Organisch-Chemisches Institut der Universität Göttingen.

HANS BROCKMANN und HEINZ GRÖNE.

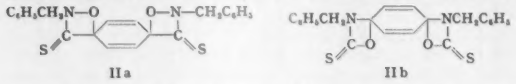
Eingegangen am 9. Dezember 1953.

*) XIX. Mitteilung über Antibiotika aus Actinomyceten; IX. Mitteilung über Actinomycine.

[1]) BROCKMANN, H., u. N. PFENNIG: Naturwiss. 39, 429 (1952). — Z. physiol. Chem. 292, 77 (1953). — BROCKMANN, H., u. H. GRÖNE: Naturwiss. 40, 224 (1953). — GRÖNE, H.: Diplomarbeit Göttingen 1953.
[2]) BROCKMANN, H., u. H. GRÖNE: Naturwiss. 40, 222 (1953).
[3]) BROCKMANN, H., u. N. GRUBHOFER: Naturwiss. 36, 376 (1949); 37, 494 (1950). — BROCKMANN, H., N. GRUBHOFER, W. KASS u. H. KALBE: Chem. Ber. 84, 260 (1951).
[4]) BROCKMANN, H., u. H. GRÖNE: Naturwiss. 40, 224 (1953). — LINGE, H.: Diss. Göttingen 1952.
[5]) BROCKMANN, H., G. BOHNSACK u. H. GRÖNE: Naturwiss. 40, 223 (1953).
[6]) Für die Überlassung der Proben von Actinomycin A und Actinomycin B sind wir Herrn Prof. S. A. WAKSMAN sowie Herrn Prof. A. R. TODD zu großem Dank verpflichtet.
[7]) WAKSMAN, S. A., u. H. B. WOODRUFF: J. Bacteriol. 40, 581 (1940). — Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med. 45, 609 (1940).
[8]) DALGLIESH, C. E., u. A. R. TODD: Nature [London] 164, 830 (1949).
[9]) Bestimmt auf dem KOFLER-Block.
[10]) R_{C_2}-Wert = Laufstrecke des betreffenden Actinomycins im Papierchromatogramm: Laufstrecke des Actinomycins C_2.

Antibiotic principle from moringa pterygosperma.
Excretion of benzyl isothiocyanate.

Pterygospermin[1]), the antibiotic substance present in the roots of the common Indian Drumstick tree (*Moringa pterygosperma*) has been shown by us to undergo ready fission forming benzyl isothiocyanate (I) and two alternative structures [(IIa) and (IIb)] advanced for it. It affords full protection



IIa IIb

to mice against lethal doses of *Micrococcus pyogenes* var. *aureus*. In view of the possible break-down during its passage through the body, we studied, for the sake of comparision, the absorption and excretion of (I) which incidentally completely inhibits *in vitro* the growth of not only *M. pyogenes* var. *aureus* in concentrations of 2–2·5 μg/ml but also various strains of *Escherichia coli*, *Mycobacterium phlei* etc., and many

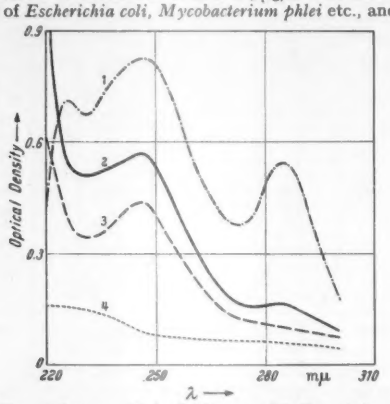


Fig. 1. Types of curves obtained. Nos. 1 and 2: From urine samples. No. 3: From benzyl isothiocyanate. Conc. 5 mg-%. No. 4: From normal urine.

filamentous fungi in concentrations varying from 1·5–11 μg/ml. Moreover, (I) was found to be the most potent of the three homologues viz., phenyl- (inhibiting concentration against *M. pyogenes*, 100 μg/ml), benzyl- and phenylethyl isothiocyanate (inhibiting concentration against *M. pyogenes*, 10 μg/ml). Following oral administration of an aqueous suspension of (I) at 50 mg/kg levels to fasting rabbits together with about 50 cc. of water to facilitate urine output, it was absorbed rapidly and the urine samples collected up to 12 hrs. contained most of (I) excreted. (I) was identified and estimated spectroscopically by measuring the absorption at 248 mμ [specific extinction of (I) 85·76 (water); 352·6 (hexane)] directly on aliquots taken from steam distillates of the urine samples (vide Fig. 1) making allowance for blanks. In some samples the urine appeared to contain in addition another volatile material giving λ_{max} 285 mμ. Although excretion of (I) did not appear to be uniform, recoveries up to 20% were obtained, thus leaving no doubt as to the passage of a considerable part of the ingested material through the body. These results further suggest the possible identity with (I) of the "volatile inhibitory substance" found in the urine by A. G. Winter and L. Willeke[2]) following a meal of *Tropeolum majus* or *Lepidium sativum* which are known to produce (I) by enzymic action on glucosides present in them. It may be mentioned in this connection that extracts containing such glucosides free from hydrolysing enzymes were found to be inactive *in vitro* against *M. pyogenes* and *E. Coli*, but become active after the enzyme action indicating the necessity for the liberation of (I) to bring about bacteriostasis. Further details of our studies in this direction will be published in due course.

Antibiotics Laboratory, Department of Biochemistry, Indian Institute of Science, Bangalore 3, India.

B. R. Das, P. A. Kurup, and P. L. Narasimha Rao.

Eingegangen am 4. Dezember 1953.

[1]) Kurup, P. A., and P. L. Narasimha Rao, Part I: J. Indian Inst. Sci. **34**, 219 (1952). Parts II to VI: Indian J. Med. Res. (in print).

[2]) Winter, A. G., and L. Willeke: Naturwiss. **39**, 236 (1952); **40**, 167 (1953).

Über die Wirkung von Antibiotika auf freilebende Infusorien (Paramaecien).

Im Rahmen einer experimentellen Arbeit wurde geprüft, ob Penicillin und Streptomycin bei Paramaecien in einem bestimmten Konzentrationsbereich eine Beschleunigung der Teilungsrate hervorrufen. Es ergab sich, daß diese Antibiotika eine deutliche Steigerung der Teilungsfrequenz bewirken. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit der Arndt-Schulzschen Regel, wonach stoffwechselfremde Substanzen, die normalerweise die Zellteilung hemmen, in geringen Konzentrationen eine teilungsfördernde Wirkung entfalten können.

Ca-Penicillin bewirkte in einem Konzentrationsbereich von 400 bis 1250 IE/cm³ bei Paramaecium caudatum eine deutliche Teilungsförderung. Nach einer Versuchsdauer von 120 Std und einer mittleren Temperatur von 26° C enthielten die Penicillinkulturen 3110 bis 4100 Paramaecien gegen 600 bis 1050 in den Kontrollkulturen. Dies ist um so beachtlicher, als der Gehalt an Futterorganismen (B. coli) in den Penicillinkulturen stets niedriger war als in den Kontrollkulturen. Ferner ist zu erwähnen, daß Penicillin zunächst in den ersten 24 Std das Wachstum der Protozoen mäßig hemmte, um dann nach 48 Std seine teilungsfördernde Wirksamkeit zu entfalten.

Streptomycin ($Ca–Cl_2$-Komplex) bewirkte in einem Konzentrationsbereich von 50 bis 200 SE/cm³ ebenfalls bei Paramaecium caudatum eine einwandfreie Förderung der Teilungsrate. Nach 120stündiger Versuchsdauer und einer mittleren Temperatur von 25° C wurden in den Streptomycinkulturen 1860 bis 3120 Protozoen gezählt, in den Kontrollkulturen hingegen nur 618 bis 680. Im übrigen gilt die für Ca-Penicillin gemachte Feststellung.

Paramaecium bursaria erwies sich als Versuchsobjekt für die Stimulationsuntersuchungen auf Grund seiner artbedingten geringen Teilungsrate weniger geeignet als P. caudatum. Es gelang aber auch mit diesem Objekt der Nachweis einer Teilungsförderung durch Ca-Penicillin in einem Konzentrationsbereich von 50 bis 250 IE/cm³. Die Wachstumsförderung war besonders deutlich bei verhältnismäßig hoher Versuchstemperatur (29° C). Während die Penicillinkulturen 60 bis 345 Protozoen enthielten, waren die Kontrollkulturen sämtlich eingegangen. Das Ergebnis dieser Versuchsserie erweckt den Eindruck einer gesteigerten Wärmeresistenz der Tiere durch Penicillin. Vielleicht beruht diese Wirkung darauf, daß die erhöhte Teilungsfrequenz eine in der Wärme schneller vor sich gehende Intoxikation der Zellen verhütet. Die Paramaecien hatten trotz der hohen Temperatur eine über das Normalmaß hinausgehende Körpergröße.

Mit Streptomycin konnte bei P. bursaria keine Beschleunigung der Zellteilung erzielt werden.

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse erfolgt nach Abschluß der Arbeit.

Institut für Mikrobiologie der Universität Rostock (Direktor: Prof. Dr. Dr. K. Poppe).

Helmut Kaunat.

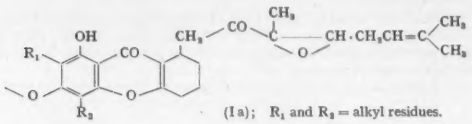
Eingegangen am 28. Dezember 1953.

Antibiotic principles of garcinia morella. Constitution of morellin.

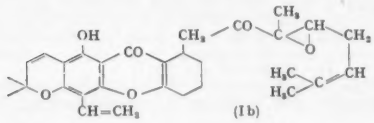
The antibiotic, morellin (I)[1]) isolated from the seed coat of *Garcinia morella* was previously assumed to be a diphenolic pigment as it gives a dimethyl ether on methylation with methyl iodide and potassium carbonate in acetone. The formation of a trimethyl ether from the sodio-derivative by further methylation, of a tetraacetate, mononitro-guanylhydrazone and a dioxime[2]), also suggested the possible existence of a carbonyl and four hydroxyl groups of which two are phenolic and one tertiary in nature, thereby accounting for five out of six oxygen atoms. However, subsequent investigations by us on the octahydro compounds and methyl ethers of (I) including a *monomethyl-morellin*, m.p. 156° (λ_{max} 277 mμ; log $E = 4{\cdot}42$) which contains a phenolic group intact and produces the known 0-dimethyl ether on further methylation, has rendered this assumption of the presence of two free phenolic groups untenable as (I) gives a Zerewitinoff's value of one only in the usual way.

Although the elementary analysis of (I)[2]),[4]),[5]) is in good agreement with the previously assigned formula $C_{30}H_{34}O_6$,

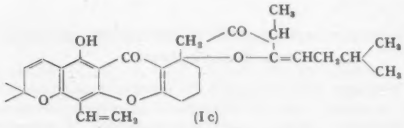
X-ray method [unit cell dimensions[3]), $a = b = 15{\cdot}89 \pm 0{\cdot}04$; $c = 11{\cdot}60 \pm 0{\cdot}02$ A; density of crystals, 1·234] now gives a value of 544 ± 10 for its molecular weight. We like to reserve an explanation for this discrepancy. (I) does not react with diazoaminobenzene thus leading to the assumption of a fully substituted phloroglucinol residue. On the basis of various colour reactions[4]), the formation of a phenol m.p. 80° by the action of dilute alkali on octahydro-0-dimethyl-morellin and of homophthalic acid, methylheptenol, a C_{16}-diol and a phenol $C_{11}H_{12}O_2$ by fusion of (I) with alkali, a partial structure (Ia)[5]) was suggested. However (Ia) or (Ib) may seem doubtful as potassium periodate does not react with (I), iso-morellin, mono-and dimethyl ethers. The antibiotic is, however, very susceptible to the action of acids as a 4% ethanolic sulphuric acid at room temperature readily isomerises (I) to isomorellin. By oxidation with 2% permanganate at 20–26° (I) is completely broken down giving rise to about 5 moles of oxalic acid, α-hydroxy-isobutyric acid (0·6 moles estimated as zinc salt) besides acetic, benzoic and other acids. Treatment of (I) with boiling aq. sodium hydroxide produces acetaldehyde (dimedone derivative m.p. 140°) and a mixture of volatile ketones among which acetone [2:4-dinitro-phenylhydrazone m.p. 127°; abs. spectrum[6])] has been recognised. The formation of both α-hydroxy-isobutyric acid and acetone from (I)



(Ia); R_1 and R_2 = alkyl residues.



(Ib)



(Ic)

is thus indicative of a chromene ring in the molecule[7]) and the modified structures (Ib) and (Ic) are now suggested in the light of these observations. It is proposed to discuss elsewhere in a detail paper the implications of these and other results including the absorption data of all the compounds.

Methylated and hydrogenated morellins possess low activity against *Micrococcus pyogenes* var. *aureus*. (I) has little inhibitory activity on many of the fungi tested, *Mycobacterium phlei* and *M. tuberculosis hominis* $H_{37}R_v$. As morellin does not readily diffuse through agar, resort had to be taken only to serial dilution technique to demonstrate its antibacterial action[1]), [5]). Its action however is brought down considerably in presence of serum.

Antibiotics Laboratory, Department of Biochemistry, Indian Institute of Science, Bangalore 3, India.

P. L. Narasimha Rao, D. V. Krishna Murthy and S. C. L. Verma.

Eingegangen am 2. Januar 1954.

[1]) Rao, P. L. Narasimha, and S. C. L. Verma: J. Sci. Ind. Res. B **10**, 184 (1951).
[2]) Rao, B. S.: J. Chem. Soc. [London] **1937**, 853.
[3]) Gopinath Kartha, Madras University, Private communication.
[4]) Rao, P. L. Narasimha, and S. C. L. Verma: J. Sci. Ind. Res. B **11**, 206 (1952).
[5]) Verma, S. C. L.: Thesis for the Associateship of the Indian Institute of Science. 1951.
[6]) Braude, E. A., and E. R. H. Jones: J. Chem. Soc. [London] **1945**, 498.
[7]) Wolfrom, M. L. et al.: J. Amer. Chem. Soc. **68**, 406 (1946).

Einfluß von 2.4-Dichlorphenoxyessigsäure auf Saccharomyces cerevisiae.

Zur Prüfung der Wirkung von 2.4-Dichlorphenoxyessigsäure (bzw. ihres Na-Salzes) (2.4 D-Na) auf die Gärung von Saccharomyces cerevisiae wurden 250 cm³ Most von 50° Oe (= 9,5% Zuckergehalt) und p_H 3,1 mit 2.4 D-Na in verschiedenen Konzentrationen (0,1 bis 0,01% in 12 Stufen) versetzt und nach Beimpfung mit 1 cm³ einer dichten Aufschwemmung von S. c. Rasse Geisenheim 49 bei 25° vergoren. Der Gärverlauf wurde an der CO_2-Abgabe gemessen. Dabei zeigt sich, s. Fig. 1, daß die Gärung bei 0,01% 2.4 D-Na genau wie die Kontrolle verläuft. Bei steigenden Konzentrationen zeigt sich eine zunehmende Verzögerung des Gärbeginns und geringfügige Verlangsamung des Gärverlaufes. Von 0,028% 2.4 D-Na an unterblieb jegliche Gärung (in einigen Versuchen erst von 0,043% an). Diese Form der Gärverzögerung findet sich auch bei Gärung unter erhöhtem SO_2-Zusatz[1]). Deshalb wurde der Versuch mit 2 Stämmen von S. c. Rioja Tempranillo wiederholt, einem an erhöhte Mengen SO_2 gewohnten und einem gegen SO_2 sehr empfindlichen Stamm. Der Gärverlauf war ähnlich wie bei S. c. Geisenheim 49, der SO_2-gewohnte Stamm zeigte sogar eine stärkere Verzögerung der Gärung (etwa 2 Tage)

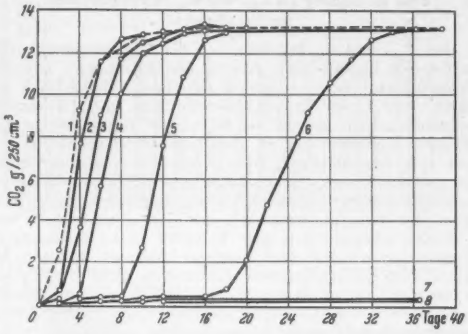


Fig. 1. Gärverlauf unter Einfluß von 2.4 D. *1* -------- Kontrolle; *2* ——— 0,01% 2.4 D; *3* ——— 0,012% 2.4 D; *4* ——— 0,015% 2.4 D; *5* ——— 0,019 2.4 D; *6* ——— 0,023% 2.4 D; *7, 8* ——— 0,028 bis 0,1% 2.4 D.

gegenüber dem empfindlichen Stamm. Dieser Befund spricht gegen einen Zusammenhang im Wirkungsmechanismus von 2.4 D einerseits und SO_2 andererseits. Bei Most von p_H 5,5 (durch Zusatz von NaOH) zeigte sich keine Gärhemmung oder Verzögerung unter Einfluß von 2.4 D, bei 0,1% gärte dieser genau wie die Kontrolle durch.

Es fragte sich nun: Wirkt 2.4 D in den höheren Konzentrationen auf die Hefe nur hemmend oder abtötend. Nach 21 Tagen wurden Proben des Hefesediments in frischen Most überimpft und bei 25° bebrütet. Außer bei 0,1% 2.4 D trat nach verschieden langer Zeit Vermehrung der Hefe und Gärung ein. Erst 0,1% 2.4 D wirkt also abtötend, während die niederen Konzentrationen lediglich hemmend wirken. Bei der Prüfung der Hefe auf morphologische Veränderung unter Einfluß von 2.4 D nach 4, 12 bzw. 22 Tagen konnten keine Zellvergrößerungen beobachtet werden, wie sie Bauch[2]) nach Behandlung mit Wuchsstoffen (Heteroauxin u. a.) als Gigas-Rassen beschreibt. Dagegen zeigt die Hefe eine abweichende Sprossungsform. Unter Einfluß von 2.4 D erfolgte mehrfache Sprossung — in 3 Dimensionen —, während sie normalerweise nur in der Ebene erfolgt. Diese mehrfache Sprossung findet sich sonst nur während des oxydativen Stadiums. Bei höheren Konzentrationen (etwa ab 0,028%) trat die Sprossung zeitlich verzögert ein, und über 0,043% unterblieb sie ganz und die Hefezellen plasmolysierten.

Versuche über die Vermehrung der Hefe ergaben, daß bei niederen 2.4 D-Konzentrationen eine Stimulation der Zellteilung (unter Umständen über 100%) eintritt, während bei höheren Konzentrationen eine teilweise oder völlige Hemmung derselben, parallel zu der Gärverzögerung, eintritt. Ähnliches beobachteten O. Flieg und C. Pfaff[3]) bei Aspergillus niger, wobei allerdings die stimulierende Wirkung geringer als bei der Hefe war. Auch Nakato Naiko und Toshikasu Tani[4]), [5]) beobachteten Ähnliches bei einer Reihe anderer Pilze. Die Hemmung des Myzelwachstums lag zwischen 0,08% und 0,32% 2.4 D, während niedrigere Konzentrationen (bis 0,00005%) stimulierend wirkten.

Weitere Untersuchungen über den Einfluß von 2.4 D auf die Vermehrung der Hefe bei verschiedenen p_H und unter

aeroben und anaeroben Bedingungen sollen später veröffentlicht werden.

Institut für Botanik, Gärungsphysiologie und Hefereinzucht der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau Geisenheim/Rhein. (Vorstand: Prof. Dr. SCHANDERL).

THEODOR STAUDENMAYER.

Eingegangen am 11. Dezember 1953.

[1]) SCHANDERL, H.: Die Mikrobiologie des Weines. In Handbuch der Kellerwirtschaft, Bd. 2, S. 164. Stuttgart: Ulmer 1950.
[2]) BAUCH, R.: Ber. dtsch. bot. Ges. **60**, 42 (1942).
[3]) FLIEG, O., u. C. PFAFF: Landwirtsch. Forsch. **3**, 113 (1951).
[4]) NAKATO NAITO u. TOSHIKAZU TANI: Techn. Bull. Kagava Agr. Coll. [Jap.] **2**, 27 (1950/51). Chem. Abstr. **47** (5) (1953).
[5]) NAKATO NAITO u. TOSHIKAZU TANI: Techn. Bull. Kagawa Agr. Coll. [Jap.] **3**, 119 (1951/52). Chem. Abstr. **47** (5) (1953).

Über die Bildung der C_{20}- und C_{22}-Polyenfettsäuren im Tierkörper.

Den C_{20}- und C_{22}-Polyensäuren der Glycerinphosphatide des Gehirns kommt nach KLENK und BONGARD[1]) Divinylmethanstruktur zu. Es handelt sich fast ausschließlich um Säuren vom Linol- bzw. Linolensäuretyp, d.h. die ersten Doppelbindungen, von der endständigen Methylgruppe aus gerechnet, befinden sich in derselben Stellung wie in der Linol- bzw. Linolensäure. Ganz ähnliche Verhältnisse liegen auch, soweit die noch nicht vollständig abgeschlossenen Untersuchungen ergeben haben, bei den entsprechenden Polyensäuren der Leberphosphatide[2]) und der Fischtrane[3]) vor. Unter den offensichtlich sehr komplex zusammengesetzten Polyensäuregemischen verschiedener Herkunft konnten bis jetzt als höchst-ungesättigte Fettsäuren $\Delta^{5,8,11,14}$-n-Eicosatetraensäure (Arachidonsäure) $\Delta^{5,8,11,14,17}$-n-Eicosapentaensäure, $\Delta^{4,7,10,13,16}$-n-Docosapentaensäure und $\Delta^{4,7,10,13,16,19}$-n-Docosahexaensäure nachgewiesen werden.

Es ist naheliegend, diese Befunde in Zusammenhang zu bringen mit einer in letzter Zeit wiederholt[4]) erörterten Hypothese, wonach die Tetraen-, Pentaen- und Hexaensäuren im Tierkörper aus Linol- und Linolensäure gebildet werden. Die letzten beiden Säuren stammen, soweit sie in Fetten tierischer Herkunft überhaupt anzutreffen sind, ausschließlich aus der Nahrung, wie heute allgemein angenommen wird. Alles spricht dafür, daß die C_{20}- und C_{22}-Säuren aus diesen C_{18}-Polyensäuren durch Verlängerung der Kohlenstoffkette auf der Seite der Carboxylgruppe um 2 bzw. 2×2 C-Atome und gleichzeitiger Einführung von weiteren Doppelbindungen im Divinylmethanrhythmus in Richtung auf die Carboxylgruppe zu entstehen.

Es wurde versucht, die Richtigkeit dieser Hypothese durch Verabreichung von ^{14}C-markiertem Acetat ($CH_3-\overset{*}{C}OONa$) an Ratten zu prüfen. 2 Std nach der Zuführung des Acetats mit der Schlundsonde tötete man das Tier und extrahierte aus der Leber mit Aceton und Chloroform-Methylalkohol die Gesamtlipoide. Nach Verseifung und Abtrennung des Unverseifbaren wurden aus den anfallenden Gesamtfettsäuren (0,26 g) die gesättigten und schwach ungesättigten Fettsäuren durch Tiefkühlkristallisation (bei −70° aus 5%iger Acetonlösung) entfernt und aus dem Filtrat die Fraktion der hochungesättigten Fettsäuren (0,102 g) gewonnen. Der oxydative Ozonidabbau derselben und die Abtrennung der niederen Dicarbonsäuren aus dem Gemisch der Abbausäuren auf chromatographischem Wege nach der Methode von KLENK und BONGARD[5]) führte zu dem in der folgenden Tabelle 1 zusammengefaßten Ergebnis.

Tabelle 1. *Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.*

	Zugeführtes Acetat	Versuch	Isolierte Abbausäuren		
			1. Malonsäure	2. Bernsteinsäure	3. Glutarsäure
Gesamtmenge in mg	10,036	a)	42,4	7,18	10,8
		b)	31,0	6,56	10,3
Radioaktivität (Impulse pro min für 1 mg Substanz)	$1500 \cdot 10^3$	a)	14,2	350	609
		b)	1,3	186	464

Papierchromatographische Prüfung[6]) der aus den Kaliumsalzen mit Hilfe eines Ionenaustauschers in Freiheit gesetzten Dicarbonsäuren: 1a) reine Malonsäure; 1b) Malonsäure mit einer Spur beigemengter Bernsteinsäure; 2a) Bernsteinsäure mit einer Spur beigemengter Malonsäure; 2b) reine Bernsteinsäure; 3a) und 3b) reine Glutarsäure.

Wie die Versuche zeigen, findet sich das ^{14}C des verabreichten Acetats ausschließlich in der Bernsteinsäure und Glutarsäure, nicht dagegen in der Malonsäure. Da nur die beiden ersten Abbausäuren aus dem carboxyltragenden Endstück (und zwar die Glutarsäure von den C_{20}-, die Bernsteinsäure von den C_{22}-Säuren), die Malonsäure dagegen ausschließlich aus den Mittelstücken der Kohlenstoffkette der Polyensäuren*) herausgespalten wird, dürfte damit der Beweis erbracht sein, daß die C_{20}- und C_{22}-Polyensäuren zum mindesten der Hauptsache nach in der angenommenen Weise aus Linol- und Linolensäure der Nahrung gebildet werden.

Fräulein E. SCHUMANN danke ich für die geschickte experimentelle Hilfe.

Physiologisch-Chemisches Institut der Universität Köln.

E. KLENK.

Eingegangen am 2. Januar 1954.

*) Von der endständigen Methylgruppe aus gerechnet können bei den C_{20}-Polyensäuren nur die C-Atome 4 bis 17, im Fall der C_{22}-Polyensäuren die C-Atome 4 bis 18 der Kohlenstoffkette in der Malonsäure enthalten sein.

[1]) KLENK, E., u. W. BONGARD: Z. physiol. Chem. **291**, 104 (1952).
[2]) KLENK, E., u. A. DREIKE: Noch nicht veröffentlicht.
[3]) KLENK, E., u. W. BONGARD: Noch nicht veröffentlicht.
[4]) NUNN, L. C. A., u. I. SMEDLEY-MACLEAN: Biochemic. J. **32**, 2178 (1938). — DOLBY, D. E., L. C. A. NUNN u. I. SMEDLEY-MACLEAN: Biochemic. J. **34**, 1422 (1940). — WIDMER jr., C., u. R. T. HOLMAN: Arch. of Biochem. **28**, 1 (1950). — REISER, R.: J. Nutrit. **40**, 429 (1950); **44**, 159 (1951).
[5]) KLENK, E., u. W. BONGARD: Z. physiol. Chem. **290**, 181 (1952).
[6]) KLENK, E., u. W. BONGARD: Z. physiol. Chem. **292**, 51 (1953).

Temperaturempfindlichkeit von fortzüchtbaren Lysinen und Bakteriophagen.

In früheren Mitteilungen[9]),[11]) wurden biologische Unterschiede zwischen den in Bakterienstämmen vorkommenden fortzüchtbaren Lysinen und den typischen Bakteriophagen

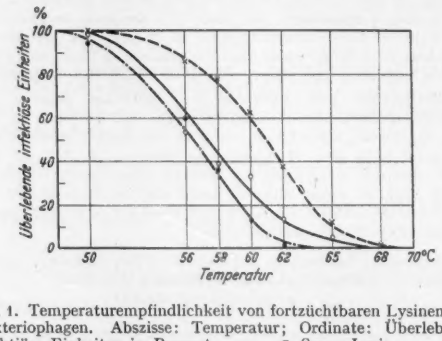


Fig. 1. Temperaturempfindlichkeit von fortzüchtbaren Lysinen und Bakteriophagen. Abszisse: Temperatur; Ordinate: Überlebende infektiöse Einheiten in Prozent. ——○ SHIGA-Lysin; – – –× große Phagen; –·–·–● kleine Phagen.

beschrieben, die von HANNEMANN bestätigt und weiterverfolgt wurden[4]). Weiter hatten die Experimente mit den fortzüchtbaren Lysinen[11]) gezeigt, daß dieses Lysephänomen von dem sog. „LWOFF-Effekt"[6]) und den „symbiotischen Phagen" BOYDS[2]) abgetrennt werden muß, eine Auffassung, der HERZBERG und MAY[5]) jüngst auf Grund gleichgerichteter Versuche zustimmten. Die weitere Aufgabe besteht darin, möglichst viele Eigenschaften der fortzüchtbaren Lysine und der Phagen vergleichend zu untersuchen; hier soll über die Temperaturempfindlichkeit berichtet werden.

Material. Als Vertreter der großen Phagen mit kleinem Lochtyp wurden die Stämme T_2, und F 136 (letzterer wurde aus Menschendarmschleim isoliert) benutzt, als kleine Phagen mit großem Lochtyp die Stämme T_3 und F 36[10]). Die in dem

alten Laborstamm S. typhi O 901 und in dem von ROSCHKA[12]) isolierten Stamm S. typhi O 125 enthaltenen fortzüchtbaren Lysine gegen SHIGA-Bakterien wurden den Phagenstämmen gegenübergestellt. (An anderer Stelle wird über die bedeutsame Tatsache berichtet werden, daß es eine offenbar konstante Eigenschaft der recht seltenen reinen O-Stämme der S. typhi ist, dieses SHIGA-Lysin zu liefern.)

Technik. Die Phagen wurden durch Filtration einer gewöhnlichen Bouillon, die nach Beimpfen mit dem sensiblen Coli-Stamm und dem Phagen 24 Std bebrütet wurde, die SHIGA-Lysine durch Filtration einer 24stündigen Bouillonkultur der Typhusstämme gewonnen. Die Erhitzung der bakterienfreien Filtrate erfolgte in kleinen Röhrchen für 1 Std im Wasserbad. Die angewendeten Temperaturen liegen zwischen 50 und 70° C und sind in der Fig. 1 angegeben. Die eingezeichneten Inaktivierungswerte wurden aus vier getrennt angesetzten Versuchen gemittelt.

Ergebnis. Die beiden Vertreter jeder der drei Gruppen (Kleinlochphagen T_2, und F 136, Großlochphagen T_3 und F 36, SHIGA-Lysine O 901 und O 125) verhielten sich gegenüber der Erhitzung so übereinstimmend, daß das Ergebnis für jede Gruppe jeweils in einer Kurve zusammengefaßt werden konnte. Fig. 1 zeigt, daß die Phagenstämme bei 50° C noch kaum geschädigt werden und daß bei 70° C keine infektiösen Einheiten mehr nachgewiesen werden, wie dies sowohl aus der älteren Literatur [DOERR und ROSE, NANAVUTTY, NECKER u. a.[3]),[7]),[8])] als auch aus der jüngeren [ADAMS, RUSKA, WEIDEL u. a.[1]),[13]),[14])] bekannt ist. Die großen Phagen T_2, und F 136 sind in dieser Versuchsanordnung etwas weniger hitzeempfindlich als die kleineren Phagen T_3 und F 36. Die Kurve der SHIGA-Lysine liegt zwischen den beiden Kurven. Die fortzüchtbaren Lysine unterscheiden sich in ihrer Temperaturempfindlichkeit also nicht von den typischen Bakteriophagen.

Abteilung für Virus- und Impfstofforschung des Robert Koch-Institutes, Berlin (Direktor: Prof. Dr. G. HENNEBERG).

HANSJÜRGEN RAETTIG.

Eingegangen am 2. Dezember 1953.

[1]) ADAMS, M. H.: J. Gen. Physiol. **32**, 579 (1949).
[2]) BOYD, J. S. K.: Nature [London] **164**, 874 (1949). — J. Pathol. a. Bacteriology **62**, 501 (1950); **63**, 445 (1951).
[3]) DOERR, R., u. G. ROSE: Schweiz. med. Wschr. **1924**, 10.
[4]) HANNEMANN, G.: Naturwiss. **40**, 465 (1953).
[5]) HERZBERG, K., u. G. MAY: Naturwiss. **40**, 367 (1953).
[6]) LWOFF, A., u. A. GUTMANN: C. R. Acad. Sci. Paris **229**, 12, 14, 16 (1949). — Ann. Inst. Pasteur **78**, 711 (1950).
[7]) NANAVUTTY, S. H.: J. Pathol. a. Bacteriology **33**, 203 (1930).
[8]) NECKER: C. R. Soc. Biol. Paris **86**, 736 (1922).
[9]) RAETTIG, H.: Zbl. Bakter. I Orig. **157**, 287 (1951).
[10]) RAETTIG, H.: Zbl. Bakter. I Orig. **158**, 34 (1952).
[11]) RAETTIG, H.: Zbl. Bakter. I Orig. **158**, 473 (1952).
[12]) ROSCHKA, R.: Z. Hyg. **136**, 400 (1953).
[13]) RUSKA, H.: Ergebn. Hyg. **25**, 437 (1943).
[14]) WEIDEL, W.: Fortschr. Bot. **13**, 340 (1951).

Resistenzentwicklung maligner Tumoren gegen Röntgenstrahlen*).

Über zahlreiche Tierpassagen wurden annähernd gleiche Zellmengen des EHRLICH-Ascites-Karzinoms der Maus in beiden Oberschenkeln von Mäusen verimpft und die angegangenen Tumoren der einen Seite jeweils mit einer Dosis von 2 kr röntgenbestrahlt. Einige Tage später erfolgte dann die Weiterverimpfung. Es wurden so mit insgesamt 20 bis 30 kr vorbestrahlte Tumorlinien gewonnen, während die nicht bestrahlte Kontrollinie stets die gleichen Wirtstiere passiert hatte. Eine Gleichheit aller vom Wirtsorganismus abhängigen und die Strahlenempfindlichkeit beeinflussenden Faktoren war bei diesem Vorgehen weitgehend gewährleistet. Durch Vergleich des biologischen Verhaltens der nicht vorbestrahlten Kontrollinie und der vorbestrahlten Linie nach erneuter Strahleneinwirkung ließ sich eine in der Krebszelle selbst verankerte Resistenzsteigerung gegen die schädigende Wirkung von Röntgenstrahlen nachweisen. Die mit einer Dosis von 20 kr oder mehr vorbestrahlten Linien werden durch erneute Einwirkung von Röntgenstrahlen bei Dosen von 1 kr oder 2 kr deutlich weniger in ihrem Wachstum gehemmt und weisen ein geringeres Absinken der Mitoserate auf als die nicht vorbestrahlten Kontrollinien.

Die Fig. 1 zeigt den Querschnittszuwachs der in der Oberschenkelmuskulatur beider Hinterbeine wachsenden Tumoren zwischen dem Tag der Bestrahlung mit einer Röntgendosis von 1 kr — 10 bis 12 Tage nach der Impfung — und dem 12. Tage nach der Bestrahlung. In der unteren Hälfte der Fig. 1 ist der Querschnittszuwachs für die nicht vorbestrahlte Kontrollinie und in der oberen Hälfte, jeweils genau darüber, der Querschnittszuwachs der im anderen Oberschenkel der gleichen Tiere wachsenden Tumoren für die mit einer Gesamtdosis von 22 kr vorbestrahlte Linie eingezeichnet. Als „Tumorquerschnitt" galt das Produkt der Maßzahlen des größten Oberschenkelquerdurchmessers und des senkrecht dazu in der

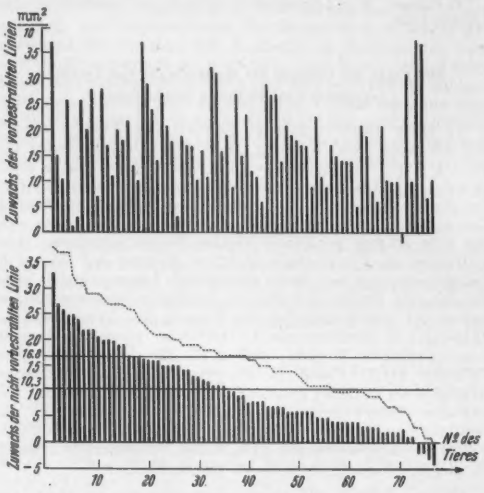


Fig. 1. Zuwachs des Tumorquerschnitts von vorbestrahlten Linien und nicht vorbestrahlter Linie des Ascitescarcinoms der Maus nach Röntgenbestrahlung (1 kr).

gleichen Ebene gemessenen Querdurchmessers. Die punktierte Linie im unteren Teil gibt den im oberen Teil der Fig. 1 eingetragenen Querschnittszuwachs für die Tumoren der vorbestrahlten Linien nochmals, der Größe nach geordnet, wieder. Mit 168 mm² liegt der mittlere Zuwachs der vorbestrahlten Linie etwa 60% über dem der Kontrollinie von 103 mm². Der Unterschied läßt sich nach rechnerischer Eliminierung der Streuung zwischen den einzelnen Tieren nach der Methode der Streuungsaufteilung 1 statistisch sichern.

Nach Bestrahlung der Oberschenkeltumoren beider Linien mit einer Röntgendosis von 2 kr kommt es bei mehr als $^2/_3$ aller Tumoren zu einer Abnahme des Tumorquerschnitts, die bei der vorbestrahlten Linie im Mittel statistisch gesichert weniger deutlich ausgeprägt ist. 2 Std nach der Bestrahlung mit einer Dosis von 1,2 kr ist die Anzahl der Meta-, Ana- und Telophasezellen im Tumorascites bei der nicht vorbestrahlten Kontrollinie auf etwa den 10. Teil des Ausgangswertes von ungefähr 25‰ abgesunken. Bei den vorbestrahlten Linien ist der Abfall geringer. Der sich bei den vorbestrahlten Linien ergebende, vergleichsweise geringere Abfall der Mitoserate ist statistisch gut gesichert. Die in dieser Weise nach einer Vorbestrahlung mit 22 bzw. 28 kr nachgewiesene erhöhte Strahlenresistenz erwies sich als stabil. Sie war noch nach 16 Zwischenpassagen vorhanden.

Auch ohne erneute Strahlenwirkung unterscheiden sich die vorbestrahlten Linien in ihrem biologischen Verhalten von der Kontrollinie. Sie zeigten zumeist ein rascheres Wachstum. Die anaerobe Glykolyse war bei den mit 22 bzw. 28 kr vorbestrahlten Linien deutlich erhöht. Der Mittelwert des Quotienten $Q_{CO_2}^{N_2}$ lag bei den vorbestrahlten Linien mit +32,5 statistisch gesichert über dem Mittelwert +26,1 der Kontrollinie. — Ein Unterschied in der direkten Atmung wurde nicht

*) Die von Herrn Prof. Dr. G. SCHUBERT angeregten Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

festgestellt. Sowohl für die vorbestrahlten Linien als auch für die Kontrollinien ergab sich der Wert $Q_{O_2} = -7{,}5 \pm 1{,}2$.

Als Folge einer oft wiederholten Einwirkung von Röntgenstrahlen auf Karzinomgewebe kann eine tiefgreifende und über zahlreiche Tierpassagen beständige Änderung seiner biologischen Eigenschaften eingetreten sein, die sich insbesondere auch in einer erhöhten Strahlenresistenz zu erkennen gibt.

Den Herren V. Bay, Dr. A. Börner, Frl. Dr. M. Meyer, den Herren v. Paleske und U. Seysen sei an dieser Stelle für ihre Mitarbeit gedankt.

Universitäts-Frauenklinik Hamburg-Eppendorf (Direktor: Prof. Dr. G. Schubert).

W. Dittrich und G. Uhlmann.

Eingegangen am 10. Dezember 1953.

[1]) Fisher, R. A.: Statistical methods for research workers. London 1948.

Zur Frage der Ursache für die Resistenz von Insekten gegenüber lipoidlöslichen Insektiziden.

In einer früheren Arbeit[1]) konnte nachgewiesen werden, daß die insektizide Wirkung des Hexachlorcyclohexans und des DDT bei Applikation auf den Rüssel (von *Musca domestica* L.) und bei peroraler Verabfolgung in den Magen (von *Periplaneta americana* L.) durch das jeweilig verwendete Lösungsmittel entscheidend beeinflußt wird. Es zeigte sich, daß eine Lösung genannter Wirkstoffe bei gegebener Konzentration um so toxischer wirkt, je geringer das Wirkstofflösungsvermögen des (nicht flüchtigen) Lösungsmittels oder, was dasselbe besagt, je höher bei gegebener Wirkstoffkonzentration der Sättigungsgrad der Lösung ist. Diese aus dem Nernstschen Verteilungssatz ableitbare physiko-chemische Gesetzmäßigkeit bewirkt, daß z.B. die Applikation einer 0,3%igen DDT-Lösung in Propylenglycol (DDT-Lösungsvermögen 0,3%, daher gesättigte Lösung) die Rückenlage von 50% der Versuchstiere (Fliegenweibchen) in 40 min, die Anwendung einer DDT-Lösung gleicher Konzentration in Olivenöl (DDT-Lösungsvermögen 13%, daher $\frac{1}{43}$ gesättigte Lösung) die gleiche Wirkung erst in 10 Std herbeiführte.

Daraus ergaben sich neue Gesichtspunkte zur Frage der Resistenz von Insekten gegenüber lipoidlöslichen Insektiziden. Es ist bekannt, daß das letzte Larvenstadium vieler Insektenarten gegenüber den genannten Wirkstoffen beträchtlich weniger empfindlich ist als die jüngeren Larvenstadien. Dem letzten Larvenstadium fällt die Aufgabe zu, die für die Verpuppung, die Puppenruhe, gegebenenfalls für die Überwinterung der Imagines und für die Wanderung zu den Nährpflanzen erforderlichen Reservestoffe, unter anderem im Fettkörper (*corpus adiposum*), zu speichern. Die hohe Lipoidlöslichkeit der genannten Insektizide und ihre Toxizitätsminderung durch Lösung in Lösungsmitteln mit hohem Lösungsvermögen wie tierischen und pflanzlichen Ölen (z.B. Lebertran, Olivenöl) ließen die Vermutung auftauchen, daß die Resistenz des letzten Larvenstadiums ihre Ursache in einer Erhöhung des Lipoidspiegels und damit des Wirkstofflösungsvermögens der Hämolymphe, die den in das Insekt gelangenden DDT-Wirkstoff aufnimmt und transportiert[2]),[3]), sowie in einer Speicherung im *corpus adiposum* hat. Im Falle einer Erhöhung des Wirkstofflösungsvermögens der Hämolymphe kann nach der vorstehend geschilderten Gesetzmäßigkeit der Übertritt des Wirkstoffes aus der Hämolymphe in die Nerven und damit deren Schädigung erschwert oder unterbunden, der Wirkstoff durch Speicherung im Fettkörper dem Kreislauf entzogen und dadurch unschädlich gemacht werden.

Entsprechende Untersuchungen am 3. und 4. Larvenstadium (L_3 und L_4) des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), von denen das jüngere dem DDT gegenüber viel anfälliger ist, führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Petrolätherlösliche Bestandteile (= vorherrschend Lipoide) der von Filterpapier aufgenommenen, lufttrockenen Hämolymphe von $L_3 : L_4 = 1 : 1{,}85$.

2. Ausschüttelung gleicher Gewichtsmengen zerkleinerter, aus bestimmten Gründen nicht getrockneter Larven beider Stadien mit Petroläther ergab ein Mengenverhältnis der Lipoidbestandteile von 1:1,85, bei Extraktion getrockneter Larven im Soxhlet von 1:2,6.

3. Zahl der frei in der Hämolymphe flottierenden Hämozyten von $L_3 : L_4 = 1 : 3{,}8$.

Die Erhöhung des Lipoidspiegels und die entsprechende Steigerung des Wirkstofflösungsvermögens des L_4-Blutes gegenüber dem der L_3 erscheint nach dem derzeitigen Stand der Untersuchungen als alleinige Ursache für den tatsächlichen, beträchtlichen Unterschied in der DDT-Anfälligkeit der beiden Larvenstadien vielleicht nicht ausreichend. Eine daneben stattfindende Speicherung eines Teiles des Wirkstoffes im Fettkörper ist daher wahrscheinlich. Auch hat es den Anschein, daß die gegenüber dem L_3-Stadium annähernd vierfache Anzahl der im L_4-Blut frei flottierenden Hämozyten durch Speicherung oder Entgiftung des Wirkstoffes zur Anfälligkeitsminderung beiträgt.

Bezüglich der geringeren DDT-Anfälligkeit der Weibchen der Stubenfliege im Vergleich mit den Männchen[4]) und des weiteren Abfalls der Anfälligkeit der Weibchen während der ersten 10 Lebenstage als Imago[5]) machen es die bisherigen Versuchsergebnisse wahrscheinlich, daß hier die fortschreitende Entwicklung der mit einer großen Oberfläche ausgerüsteten Ovarien und die Bildung der lipoidreichen Eier als anfälligkeitsmindernde Faktoren eine Rolle spielen. — Der negative Temperaturkoeffizient der Wirkung von DDT (und anderen lipoidlöslichen Wirkstoffen), d.h. höhere Toxizität bei niedrigen Temperaturen[6]),[7]), kann seine Ursache in dem mit steigender Temperatur zunehmenden Wirkstofflösungsvermögen der Lipoide des Insektes haben.

Nach Abschluß der Untersuchungen, in welche auch solche an resistenten Stämmen normalerweise anfälliger Insektenarten einbezogen sind, wird an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Kartoffelkäferforschung und biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt.

R. Langenbuch.

Eingegangen am 2. Januar 1954.

[1]) Langenbuch, R.: Z. Pflanzenkrankh. [Pflanzenpathol.] Pflanzenschutz **60**, 167 (1953).

[2]) Wiesmann, R.: Ergebn. Hyg. **24**, 46 (1949).

[3]) Ball, H. J., u. S. D. Beck: J. Econ. Entomol. **44**, 558 (1951).

[4]) Mosebach, E.: Z. hyg. Zool. u. Schädlingsbekämpf. **39**, 139 (1951).

[5]) Reichmuth, W.: Verh. Dtsch. Zoologen, Marburg 1950, S. 170.

[6]) Vinson, E. B., u. C. W. Kearns: J. Econ. Entomol. **45**, 484 (1952).

[7]) Roth, A. R., u. W. Lindquist: J. Econ. Entomol. **46**, 127 (1953).

Über die Wirkung der Azotobacter-Impfung auf das Wachstum von Erbsen und Weizen in sterilen Sandkulturen ohne N-Nahrung.

Welche Bedeutung den stickstoffbindenden Azotobakterien im Boden zukommt, ist eine Frage, die vorläufig viel diskutiert wird. In der Literatur findet man freilich zahlreiche Angaben, besonders von der Sowjet-Union aus, die Impfung des Bodens mit Azobakterien habe eine sehr vorteilhafte Einwirkung auf die Erträge verschiedener Pflanzen. Die kritischen Untersuchungen haben jedoch leider nicht diese Angaben bestätigen können. Bei dem 6. Internationalen Mikrobiologenkongreß im September 1953 in Rom gab H. L. Jensen[1]) eine sehr gute, kritische Übersicht über diese Frage. Bei der darauf folgenden Diskussion fragte man unter anderem, ob man bei sterilen Pflanzenkulturen, die mit Azotobakterien geimpft sind, positive Resultate erzielt hat. Der eine von uns (Virtanen) äußerte hierbei, daß man in seinem Laboratorium mit Erbsen, Weizen und Gerste nie eine Wachstumssteigerung oder N-Vermehrung in sterilen, mit Azotobacter geimpften Sandkulturen hat feststellen können. Da wir diesbezügliche Resultate nicht früher veröffentlicht haben, führen wir unten als Beispiel Versuchsergebnisse von einer Versuchsserie vom Jahre 1946 an.

Die Versuche wurden vom 2. 3. bis 8. 4. 46 in der Pflanzenabteilung unseres Laboratoriums ausgeführt. Als Versuchsgefäße dienten Woulffsche Flaschen von 3 Litern mit je 4 kg belgischen Quarzsandes, der 3 mg N je kg Sand enthielt. Von dieser geringen Stickstoffmenge konnten die Weizenpflanzen höchstens 20% verwerten. Der Sand war mit einer Mineralsalzlösung benetzt worden. Mit den Versuchsflaschen wurden je eine Reserveflasche verknüpft, aus welcher bei Bedarf Nährlösung steril in die Wuchsflasche übergeführt werden

konnte. Das ganze System wurde im Autoklav sterilisiert, wonach die in Proberöhrchen gezüchteten sterilen Pflanzen in die Wuchsflasche übergebracht wurden. Die Methode ist früher ausführlich beschrieben worden[2]). Aus der einen Mundöffnung der WOULFFschen Flasche wuchs die Erbse und aus der anderen der Weizen, so daß es möglich war, im Laufe des Versuches sowohl das Wachstum der Erbse wie das des Weizens zu bestimmen. Beim Überführen der kleinen sterilen Pflanzen wurde der Wuchsboden mit einem stark stickstoffbindenden Azotobacter croococcum-Stamm geimpft. Als Kontrolle dienten in der Versuchsserie entsprechende Pflanzen ohne Azotobacter-Impfung. Dazu gehörten bei den Versuchsserien noch Flaschen, in welche zur Förderung des Wachstums der Azotobakterien etwas Zucker gebracht war. In diesen Flaschen mit Erbsen und Weizen wurde mehr Kreide zur Neutralisierung der gegebenenfalls gebildeten Säuren als in anderen Flaschen verwendet. Die Resultate ergeben sich aus folgender Tabelle 1.

Tabelle 1. *Versuch mit sterilen Erbsen- und Weizenpflanzen in Quarzsand ohne N-Nahrung. Ein Erbsensamen enthielt 7 bis 8 mg N, ein Weizensamen etwa 1 mg. Versuchsgefäße:* WOULFFsche *Flaschen (3 Liter). Etwa 10 cm hohe sterile Pflanzen wurden am 2. 3. 46 in die Flaschen übergeführt. Gleichzeitig wurde der Sand mit Azotobacter chroococcum geimpft. Der Versuch wurde am 8. 4. 46 beendet.*

	Grüne Teile		Wurzel		Ganze Pflanzen		N % vom Trockensubstrat
	Trockensubstanz mg	N mg	Trockensubstanz mg	N mg	Total Trockensubstanz mg	N mg	
Kontrollpflanzen ohne *Azotobacter*							
1. Erbse	268	4,1	194	3,9	462	8,0	1,7
Weizen	138	2,0	105	1,0	243	3,0	1,2
2. Erbse	340	5,2	215	2,9	555	8,1	1,5
Weizen	286	2,5	195	1,4	481	3,9	0,8
3. Erbse	359	5,9	237	3,6	596	9,5	1,6
Weizen	284	2,2	226	1,0	510	3,2	0,6
Pflanzen geimpft mit *Azotobacter*, 1 g Kreide							
4. Erbse	326	4,8	151	2,5	477	7,3	1,5
Weizen	194	2,8	143	1,1	337	3,9	1,2
5. Erbse	243	5,0	240	2,9	483	7,9	1,6
Weizen	128	1,8	227	1,0	355	2,8	0,8
6. Erbse	319	5,0	257	2,5	576	7,5	1,5
Weizen	156	1,8	141	1,4	297	3,2	1,1
Pflanzen geimpft mit *Azotobacter*, 5 g Zucker, 2,5 g Kreide							
7. Erbse	306	4,9	168	2,7	474	7,5	1,6
Weizen	143	1,6	29	0,5	172	2,1	1,2
8. Erbse	240	5,0	174	2,9	414	7,9	1,9
Weizen	129	1,3	69	0,6	198	1,8	0,9
9. Erbse	308	4,3	161	2,8	469	7,1	1,7
Weizen	90	1,0	100	0,6	190	1,6	0,8

Wie aus den Versuchsergebnissen ersichlich ist, hat man bei diesen Versuchen durch Verwendung von Azotobakterien eine wachstumsfördernde Wirkung weder bei der Erbse noch beim Weizen feststellen können. Der Zucker, von welchem 3,5 g während des Versuches verschwand, hat die Situation nicht irgendwie geändert, sondern hat im Gegenteil das Wachstum von Weizen ein wenig gehemmt.

Biochemisches Institut, Helsinki.

ARTTURI I. VIRTANEN und HILKKA LINKOLA.

Eingegangen am 7. Dezember 1953.

[1]) JENSEN, H. L.: VI. Congresso Internat. di Microbiologia, Roma. Riassunti delle Comunicazioni 3, 878 (1953).

[2]) VIRTANEN, A. I., S. v. HAUSEN u. H. KARSTRÖM: Biochem. Z. 258, 106 (1933). — VIRTANEN, A. I., S. v. HAUSEN u. T. LAINE: J. Agric. Sci. 27, 332 (1937).

Experimentelle Untersuchungen über die Symbiose der Kleiderlaus *Pediculus vestimenti* Burm.

ASCHNER[1]) gelang es, bei Kleiderläusen die intrazellulären Symbionten auszuschalten. Es traten daraufhin Ausfallserscheinungen auf, die am besten als Anzeichen einer Avitaminose zu deuten waren[2]). Insbesondere führte eine Ausschaltung der Symbionten im Embryonalstadium — durch Zentrifugierung der Eier zwischen dem 2. und 5. Entwicklungstage — stets zum Tode der Larven vor oder unmittelbar nach der ersten Häutung; bei operativer Entfernung der Myzetome mit den Symbionten von Larven verschiedenen Alters zeigten sich Unterschiede im Verhalten der beiden Geschlechter; Männchen vertrugen den Verlust wesentlich besser als Weibchen. Rektale Fütterung nach WEIGL mit einem Gemisch aus Blut und Hefeextrakt (oder Bakterien oder Embryonalextrakt) konnte die Mangelerscheinungen nur teilweise beheben.

Auf Anregung Herrn Prof. Dr. A. KOCHS führte ich die Experimente mit einer etwas veränderten Technik weiter. Zur Ausschaltung der Symbionten diente mir die ASCHNERsche Methode der Zentrifugierung der Eier. Auswahl des geeignetsten Embryonalstadiums, Orientierung der Eier in der Zentrifuge und Herabsetzung der Temperatur während des Zentrifugierens erhöhte die Ausbeute an Larven mit verlagertem Myzetom auf bis über 50%. Die Versuchstiere wurden ein oder mehrere Male durch eine Membran aus auf Seidenpapier aufgezogener Mäuseepidermis mit einer Diät aus Blut und Wuchsstoffen, im übrigen normal am Menschen gefüttert. Dabei ergaben sich Aufschlüsse über Art und Menge der von der symbiontenlosen Laus benötigten Wuchsstoffe:

Neunmalige Fütterung frischgeschlüpfter symbiontenfreier Larven mit einer Diät, die 6%, oder fünfmalige Fütterung mit einer Diät, die 7,5% Hefeextrakt aus *Torulopsis utilis* enthielt, ermöglichte die Entwicklung beider Geschlechter bis zur Imago. Die erzielten Männchen lebten normal weiter und waren funkionsfähig, die Weibchen waren kopulationsfähig, besaßen anatomisch normale Geschlechtsorgane, kamen aber nie zur Eiablage und starben spätestens 2 Tage nach der Imaginalhäutung.

Einmalige Fütterung frischgeschlüpfter Larven mit einer Diät, die genau bekannte Mengen an Aneurin, Laktoflavin, Pyridoxin, Nikotinsäureamid, pantothensaurem Calcium, Pteroylflutaminsäure und β-Biotin enthielt, zeitigte grundsätzlich den gleichen Erfolg wie die Fütterung mit Hefeextrakt. Ein einziges Weibchen lebte noch 6 Tage nach der Imaginalhäutung, legte aber kein Ei und wurde deshalb fixiert. Der histologische Befund ergab normale Anatomie der Geschlechtsorgane, aber in beiden Ovidukten je ein fertig entwickeltes Ei in einem fortgeschrittenen Stadium des Zerfalls.

Um festzustellen, ob den im Frischblut enthaltenen Wuchsstoffen überhaupt eine meßbare physiologische Wirkung auf ein Insekt zukomme, wurden zwei weitere Versuchsreihen angelegt:

In der ersten wurden getrocknetes Menschen- bzw. Kaninchenblut dem von der KOCHSchen Schule[3]),[4]) entwickelten Tribolientest unterworfen. Es zeigte sich, daß für Tribolium die im Blut vorhandenen B-Vitamine erst dann verwertbar werden, wenn das Blut mit Papain verdaut oder nach Fraktionen — Blutzellen und Blutplasma — getrennt verabreicht wird. Den hiermit aufgeworfenen Fragen soll weiter nachgegangen werden.

In der zweiten dieser Versuchsreihen wurden aus der Diät, mit der symbiontenlose Läuse gefüttert wurden, einzelne Vitamine weggelassen. Ohne Zugabe von Aneurin schlüpften noch lebensfähige Männchen. Ohne Laktoflavin oder Pyridoxin oder Pteroylglutaminsäure erreichten die Tiere das dritte Larvenstadium. Am schwersten wirkte sich Mangel an β-Biotin, Pantothensäure und Nicotinsäure aus.

Außerdem wurden Beobachtungen zum Formenwandel der Myzetomsymbionten und Versuche zu ihrer Reinzüchtung durchgeführt. Nach Lebenduntersuchung unter dem Phasenkontrastmikroskop muß der von RIES[4]) angegebene Zyklus in einigen Punkten korrigiert werden, besonders was die Vermehrung in den Embryonen und Larven und die Entartung in den adulten Männchen anbelangt. Der Symbiont ist ein Organismus noch unklarer systematischer Stellung. Seine Vermehrungsstadien sind 1,5 bis 2 μ dicke Kugeln und Kurzstäbchen. Diese wachsen in den späteren Embryonalstadien zu Schläuchen aus, welche in der Larvalentwicklung der Weibchen eine Länge von 25 μ, in der der Männchen ungefähr die doppelte erreichen. In den Myzetomen der adulten Männchen setzt weiteres Wachstum bis auf mehr als 100 μ ein,

und später nur an Hand von Abbildungen zu beschreibende Gestaltsänderungen. Der Plasmatod der Symbionten tritt erst gleichzeitig mit dem Absterben der Männchen ein.

Der Kultivierungsversuch kann als geglückt betrachtet werden, ist jedoch noch nicht beliebig reproduzierbar. Die insgesamt 8mal gewonnenen Keime stellen pleomorphe Stäbchen und Schläuche von bis zu 25 μ Länge dar. Vermehrungsstadien sind Gram-positive Kugeln und Kurzformen; bei zunehmendem Alter wachsen diese zu Schläuchen mit immer größer werdendem Gram-negativen Anteil aus.

Zoologisches Institut der Universität München (Abteilung: Paul-Buchner-Institut für Experimentelle Symbioseforschung).

OTTO PUCHTA.

Eingegangen am 11. Januar 1954.

[1]) ASCHNER, M.: Naturwiss. **20**, 501 (1932). — Parasitology **26**, 309 (1934).
[2]) ASCHNER, M., u. E. RIES: Z. Morph. u. Ökol. Tiere **26**, 529 (1933).
[3]) FRÖBRICH, G.: Naturwiss. **40**, 556 (1953).
[4]) FRÖBRICH, G., u. K. OFFHAUS: Z. Vitamin-, Hormon- u. Fermentforsch. **5**, 358 (1953).
[5]) RIES, E.: Z. Morph. u. Ökol. Tiere **20**, 233 (1931).

Über die Pigmente im Auge von *Gammarus pulex* L. (*Crust., Amphip.*).

Das Auge der Gammariden ist morphologisch und entwicklungsgeschichtlich bereits gut untersucht[1–5]). Dagegen liegen über die Natur seiner Pigmente bis jetzt nur recht unvollständige Angaben vor. Alle bisherigen Untersucher stimmen darin überein, daß die Pigment- und Retinulazellen der Ommatidien ein granuliertes, dunkles, violett getöntes Pigment führen und daß außerdem das Gewebe zwischen den einzelnen Ommatidien mit einem weißen Pigment (PARKER: „Akzessorische Pigmentzellen"; STRAUSS: „Füllsubstanz"; SEXTON: „Interommatidialpigment") angefüllt ist. — Nach eigenen Untersuchungen sind beide Pigmente an Trägergranula gebunden, die nach der Extraktion der Farbstoffe zurückbleiben. Das dunkle Pigment erweist sich durch seine für Ommochrome charakteristischen Eigenschaften der Löslichkeit und des Redoxverhaltens[6]) als ein Ommin. Der weiße Farbstoff zeigt zwar die für Ommochrome spezifische Löslichkeit, aber nicht das Redoxverhalten; es dürfte sich hierbei vermutlich um ein ommatinähnliches Ommochrom handeln.

In bestimmten Zuchten von *Gammarus pulex pulex* L. und *Gammarus pulex subterraneus* SCHN.[7]) wurde nun unter anderem[8]) ein mutantes Augenfarballel (*so*) mit semidominantem Erbgang gefunden, das im homozygoten Zustand einen Ausfall der genannten Farbstoffe bewirkt. Möglicherweise sind auch die Trägergranula von diesem Ausfall betroffen, da es vorerst noch nicht gelang, sie bei *soso*-Tieren nachzuweisen. Die Dinge scheinen hier also ähnlich zu liegen wie bei dem bekannten Augenfarballel *wa* von *Ephestia*[9]). Trotz dieses Ausfalles aller Ommochromfarbstoffe haben nun *soso*-Tiere leuchtend rote Augen. Diese Färbung wird aber durch ein ganz andersartiges Pigment bedingt: In den Ommatidien tritt nämlich ein Carotinoid auf, das in feinverteilten Fetttröpfchen gelöst ist. Da die Pigment- und Retinulazellen offenbar ohne scharfe Zellgrenzen ineinander übergehen, kann dessen genaue Lage zur Zeit noch nicht mit Bestimmtheit angegeben werden. Sicher ist aber, daß es in den proximalen Abschnitten der Ommatidien liegt und daher entweder auf die Retinulazellen allein oder auf diese und teilweise auf die Pigmentzellen beschränkt ist. Jedenfalls sind die distalen Teile der Pigmentzellen frei von dem Carotinoid.

Die naheliegende Vermutung, daß dieses Carotinoid genau so im Auge normaler dunkeläugiger so^+so^+-Tiere vorkommt und hier nur durch das dunkle Ommin völlig verdeckt wird, ließ sich in weiteren Untersuchungen bestätigen: Bei heterozygoten so^+so-Tieren ist nämlich die Dichte der Omminmgranula auffallend reduziert, so daß die nicht völlig verdeckten carotinoidhaltigen Fetttröpfchen gemeinsam mit den beiden Ommochromen dem Auge einen braunroten Ton verleihen. Ferner ließ sich die Anwesenheit des roten Carotinoids auch in normalen so^+so^+-Augen nach Entfernen der Ommochrome (z. B. durch verdünnte Natronlauge oder Ameisensäure) sichtbar machen, so daß an seinem generellen Vorhandensein im *Gammarus*auge kein Zweifel bestehen kann.

Der gleiche Nachweis gelingt auch, wenn die Pigmentbildung des sich entwickelnden Auges beobachtet wird. SCHATZ[3]) hatte zwar hierbei zunächst noch an die Umwandlung eines hellroten embryonalen Pigments in ein dunkles Endstadium gedacht, aber schon EMMART[1]) kommt im Verlaufe von embryologischen Studien an *Carinogammarus mucronatus* zu anderen Ergebnissen: „Observations . . . have shown that the primary pigment to appear was yellow and that this became obscured by a red pigment, which in turn was hidden by a deposition of melanin." — Eigene Untersuchungen an *Gammarus pulex* zeigten nun, daß das rote Carotinoid hier bereits vor der Differenzierung der ersten Ommatidien in deren Bildungszellen auftritt. Es ist von Anfang an in feinverteilten Fetttröpfchen gelöst, wodurch das embryonale Auge zunächst leuchtend rot erscheint. Später treten dann dazwischen vereinzelte Omminmgranula auf, die dem Auge zuerst eine dunklere Tönung verleihen und mit ihrer weiteren Zunahme schließlich das carotinoide Pigment vollständig verdecken. Dieses Endstadium ist normalerweise bereits erreicht, wenn die Jungtiere das Marsupium verlassen.

Nach diesen Beobachtungen enthält also das Auge von *Gammarus pulex* neben einem dunklen, violett getönten Ommin und einem weißen, ommatinähnlichen interstitiellen Pigment stets noch ein rotes Carotinoid, das wohl nur wegen seiner Hinfälligkeit und seiner leichten Löslichkeit in den üblichen Fixierungsgemischen bislang verborgen blieb.

Das Vorkommen dieses Carotinoids im Auge ist nicht auf *Gammarus pulex* beschränkt. Wir fanden es außerdem bei *Gammarus locusta*, *Talitrus saltator* und *Caprella linearis*. Auch die von SEXTON[4]) aufgefundenen roten Augenfarbmutanten von *Gammarus chevreuxi* lassen zum Teil an die Existenz eines solchen Pigmentes denken. Es darf danach vermutet werden, daß dieses Carotinoid ein normaler Bestandteil der Augenpigmentierung zahlreicher, wenn nicht aller Amphipoden ist und daß es möglicherweise auch sonst bei höheren Krebsen verbreitet ist. Hierauf deutet auch schon die Tatsache hin, daß gerade in den Augen gewisser Malacostraken (besonders *Euphausia* u. a.) eine sehr hohe Konzentration an Vitamin A gefunden wurde[10]).

Um unter anderem auch den Einfluß der direkten Einwirkung des Tageslichtes auf die Augenpigmentierung zu prüfen, werden seit Oktober 1951 Flohkrebse im Dauerdunkel gezüchtet. Bei diesen Tieren kann eine leichte Omminverminderung beobachtet werden, durch die das rote Carotinoid stärker hervortritt, so daß solche Tiere als eine Phänokopie heterozygoter so^+so-Tiere angesprochen werden können. Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

Herrn Dr. DE LATTIN danken wir für die stete Förderung dieser Arbeit.

Zoologisches Institut der Universität Mainz.

ANNEROSE MICHEL und FRITZ ANDERS.

Eingegangen am 28. Dezember 1953.

[1]) EMMART, E. W.: J. of Exper. Zool. **74**, 353 (1936).
[2]) PARKER, G. H.: Bull. Mus. comp. Zool. **35**, 237 (1899).
[3]) SCHATZ, E.: Z. wiss. Zool. **135**, 549 (1929).
[4]) SEXTON, E. W., u. A. R. CLARK: J. Marine Biol. Assoc. **21**, 1 (1936).
[5]) STRAUSS, E.: Wiss. Erg. dtsch. Tiefsee-Exped. **20**, 1 (1926).
[6]) BECKER, E.: Z. Vererbungslehre **80**, 157 (1942).
[7]) SCHNEIDER, R.: Sitzgsber. kgl. preuß. Akad. Wiss. Berlin **49**, 1087 (1885).
[8]) ANDERS, F.: Naturwiss. **40**, 27 (1953).
[9]) HANSER, G.: Z. Vererbungslehre **82**, 83 (1948).
[10]) FISHER, I. R., S. K. KON u. S. Y. THOMPSON: J. Marine Biol. Assoc. **31**, 229 (1952).

Berichtigung

zu der Kurzen Originalmitteilung „Über experimentell induzierte vermutliche Plasmonmutationen" von P. MICHAELIS [Naturwiss. **41**, 22 (1954)]: Unter der Tabelle 1 ist die folgende Erklärung zuzufügen: I 0—0,001 mCurie; II 0,01—0,09 mC; III 0,1—0,5 mC; IV 0—0,02 mC; V 0,1—0,2 mC; VI 0,3—0,9 mC; VII 1,0—2,2 mC.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35 Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.

Grundriß der Botanik

Von Dr. **Otto Stocker**, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule Darmstadt. Mit 303 Abbildungen. VIII, 264 Seiten. 1952. Ganzleinen DM 16.80

Inhaltsübersicht: **Einleitung. Historische und erkenntnismäßige Grundlagen:** Geschichte. Umgrenzung und Einteilung. — **Systematik (Taxonomie):** Prinzipien. Die Hauptgruppen des Pflanzenreichs. — **Morphologie:** Zytologie. Histologie und Organographie. — **Physiologie:** Zellphysiologische Grundlagen. Stoffwechselphysiologie. Bewegungsphysiologie. Entwicklungsphysiologie. — **Ökologie:** Anpassungen an besondere Standortsbedingungen. Anpassungen an besondere Lebensweisen. **Geobotanik (Pflanzengeographie):** Floristik. Soziologie. — **Quantenbiologie (Biophysik).** — Sachverzeichnis.

Pflanzenphysiologische Praktika

I. Band:

Übungen zur Stoffwechselphysiologie der Pflanzen

Von Dr. **K. Paech**, Professor an der Universität Tübingen, und Dr. **W. Simonis**, Dozent an der Tierärztlichen Hochschule Hannover. Mit 39 Abbildungen. XI, 252 Seiten 1952. Ganzleinen DM 24.—

II. Band:

Praktikum der Zell- und Gewebephysiologie der Pflanze

Von Dr. **Siegfried Strugger**, o. Professor für Botanik an der Universität Münster. Zweite Auflage. Mit 148 Abbildungen. VIII, 225 Seiten. 1949. DM 24.—; Ganzleinen DM 27.60

IV. Band:

Übungen zur Wachstums- und Entwicklungsphysiologie der Pflanze

Von Dr. **Ulrich Ruge**, o. Professor für Botanik an der Hochschule für Gartenbau und Landeskultur Hannover. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 63 Abbildungen. XIII, 166 Seiten. 1951. Ganzleinen DM 19.60

In Vorbereitung:

III. Band:

Reiz- und Bewegungsphysiologie

Lehrbuch der Pflanzenphysiologie

I. Band, 2. Teil:

Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe

Von Dr. **Karl Paech**, Professor an der Universität Tübingen. Mit 18 Abbildungen. IX, 268 Seiten. 1950. Ganzleinen DM 26.70

II. und III. Band:

Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze

Von Dr. **Erwin Bünning**, o. Professor an der Universität Tübingen. Dritte Auflage. Mit 479 Abbildungen. XII, 539 Seiten. 1953. DM 49.60; Ganzleinen DM 54.60

Grundriß der Mikrobiologie

Von Dr. **August Rippel-Baldes**, o. Professor an der Universität Göttingen. Zweite Auflage. Mit 153 Abbildungen. VIII, 404 Seiten. 1952. Ganzleinen DM 36.—

Inhaltsübersicht: Allgemeines: Umgrenzung des Gebietes. Geschichtliches. Kultur- und Erkennungsverfahren. — **Der Bau der Zelle:** Form und Größe der Zelle. Bau der Zelle. Entwicklung der Zelle. Systematische Übersicht. — **Baustoffwechsel:** Allgemeines. Mineralstoffe. Kohlenstoff. Stickstoffernährung. Organische Wirkstoffe. Allgemeine äußere Bedingungen. Ertragsgesetz. Förderung durch stoffwechselfremde Stoffe. Nahrung und Gift. Desinfektion. — **Betriebsstoffwechsel:** Allgemeines. Enzyme. Sauerstoff- und Wasserstoffaktivierung. Aerobe Atmung. Anaerobe Atmung. Abbau der Stickstoffverbindungen. — **Abbau und Synthese. Die Stellung der Mikroorganismen in der Natur:** Zahl und Verbreitung. Verbreitung der Mikroorganismen. Zusammenleben der Organismen: Kreislauf der Stoffe. Metabiose und Teilkreisläufe. Epiphytismus und Symbiose. Mikroorganismen und Mensch. Der Parasitismus. Rückblick auf Symbiose und Parasitismus. — Hinweise auf zusammenfassende Literatur. — Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Iso-Debyeflex der neue

Röntgenapparat mit kontinuierlich konstanter Gleichspannung für Feinstruktur-Untersuchungen

in Verbindung mit Interferenz-Goniometer und Zählrohrgerät mit Universal-Registriergerät

Rich. Seifert & Co. · Hamburg 13

Röntgenwerk

AMBERLITE DOWEX

Ionenaustauschharze

alle Sorten ab Lager oder kurzfristig lieferbar

SERVA-Entwicklungslabor OHG

Heidelberg · Dossenheimer Landstraße 63

Mikroskopische und chemische Organisation der Zelle

2. Colloquium der Gesellschaft für Physiologische Chemie am 6./7. April 1951 in Mosbach (Baden)

Mit 25 Textabbildungen. IV, 102 Seiten. 1952. DM 9.60

Inhaltsverzeichnis: **Mikroskopische und submikroskopische Bauelemente der Zelle.** Von F. E. Lehmann-Bern. — **Lokalisation der Fermente und Stoffwechselprozesse in den einzelnen Zellbestandteilen und deren Trennung.** Von K. Lang-Mainz. — **Nucleoprotamine und Nucleoproteide.** Von K. Felix-Frankfurt a. M. — **Makromolekulare Struktur der Nucleinsäure.** Von G. Schramm-Tübingen. — **Zellkernäquivalente der Bakterien.** Von G. Piekarski-Bonn.

Die Chemie und der Stoffwechsel des Nervengewebes

3. Colloquium der Gesellschaft für Physiologische Chemie am 26./27. April 1952 in Mosbach (Baden)

Mit 23 Textabbildungen. IV, 153 Seiten. 1952. Steif geheftet DM 15.60

Inhaltsverzeichnis: **Chemische Komponenten der Nervenzelle und ihre Veränderungen im Alter und während der Funktion.** Von H. Hydén-Göteborg. — **Der chemische Aufbau der Nervenzelle und der Nervenfaser.** Von E. Klenk-Köln. — **Der Energiestoffwechsel des Nervengewebes und sein Zusammenhang mit der Funktion.** Von H. Weil-Malherbe-Nr. Wickford/England. — **Energieumsatz des Gehirns in situ unter aeroben und anaeroben Bedingungen.** Von E. Opitz-Kiel. — **Neuere Theorien der Nervenleitung.** Von R. Stämpfli-Bern. — **Wechselwirkung zwischen Gehirn und Leber.** Von E. Albert-Frankfurt a. M.

Aus den Besprechungen: ... Die Referate geben durchweg einen hervorragenden Überblick über den Stand der Forschung auf den betreffenden Gebieten, die im Auszuge mitgeteilten Diskussionsbemerkungen runden die Ausführungen der Vortragenden wirksam ab. Auch das vorliegende Heft bekundet damit in schöner Weise die Notwendigkeit und Nützlichkeit derartiger Colloquien in einem kleinen Kreise.

„Berichte über die gesamte Biologie, Abt. B: Physiologie".

Biologie und Wirkung der Fermente

4. Colloquium der Gesellschaft für Physiologische Chemie am 17./18. April 1953 in Mosbach (Baden)

Mit 32 Textabbildungen und 1 Tafel. V, 176 Seiten. 1953. Steif geheftet DM 19.60

Inhaltsverzeichnis: **Die Biologie der Enzyme.** Von K. Lang-Mainz. — **Proteine als Träger der Fermentwirkungen.** Von Th. Bücher-Hamburg. — **Structurally-bound enzymes.** By E. C. Slater-Cambridge/Engl. — **Über Fermentketten und ihre Bedeutung für die Regulation des Kohlenhydratstoffwechsels.** Von H. Holzer-München. — **Antagonismen und Konkurrenzen um den Platz am Ferment.** Von J. Kühnau-Hamburg. — **Aktivierung und chemische Spezifität der Verdauungsendopeptidasen.** Von P. Desnuelle und M. Rovery-Marseille. — **The Mode of Operation of Dehydrogenases with Special Reference to Alcohol Dehydrogenase.** By R. Bonnichsen-Stockholm. — **Gruppenübertragung im Bereich der Carbohydrasen.** Von K. Wallenfels-Tutzing/Obb.

Wie jedes Jahr, hat es sich die veranstaltende „Gesellschaft für Physiologische Chemie" angelegen sein lassen, das Frühjahrscolloquium in Mosbach 1953 zu einem Treffpunkt von angesehenen Forschern der verschiedensten Arbeitsrichtungen auszugestalten. Die acht Vorträge über „Biologie und Wirkung der Fermente" vermitteln zusammen mit den lebendigen Diskussionen eine eindrucksvolle Übersicht über Themen der Fermentwirkung die augenblicklich im Brennpunkt des Interesses stehen, und über die Methoden, mit denen man der Lösung offener Fragen näherzukommen hofft.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Diesem Heft liegt je ein Prospekt bei von der Firma Hermann Kühn, Göttingen und vom Springer-Verlag, Wien.